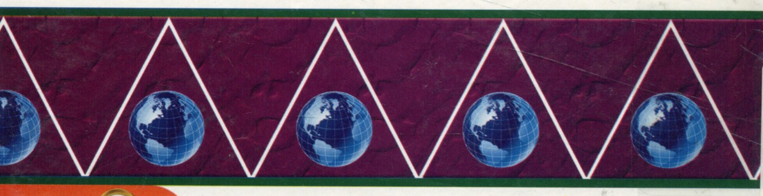
إدارة النشاط الإنتاجي والعمليات

مدخل التحليل الكمي



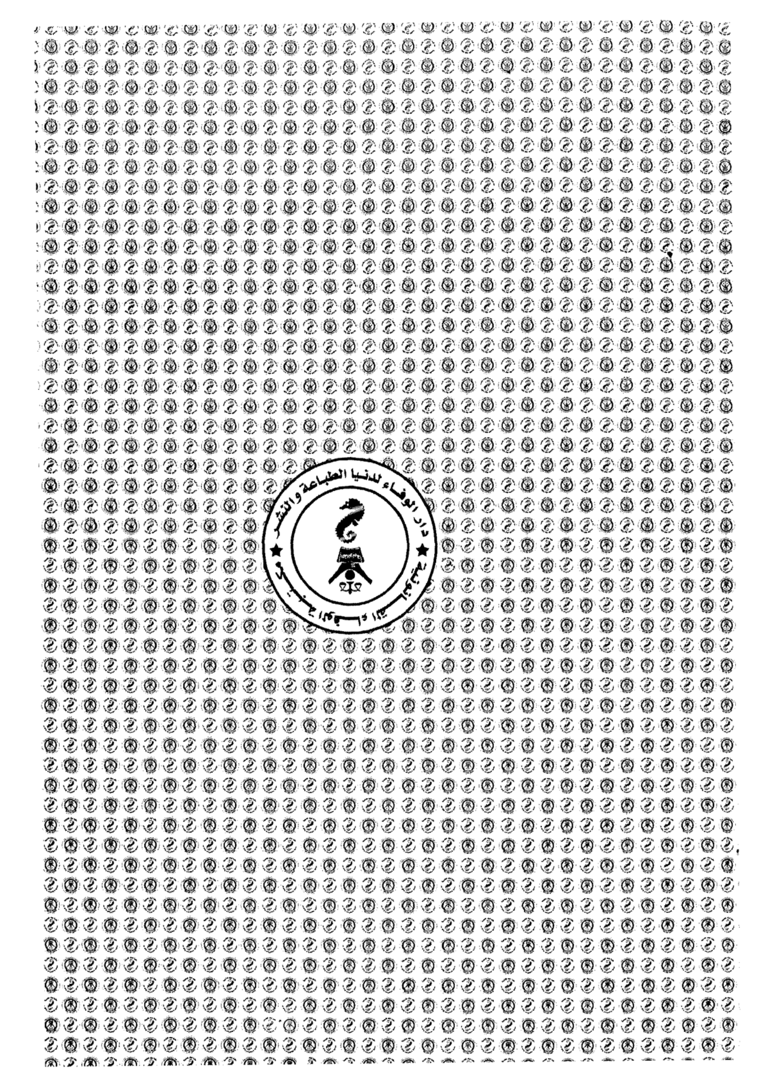


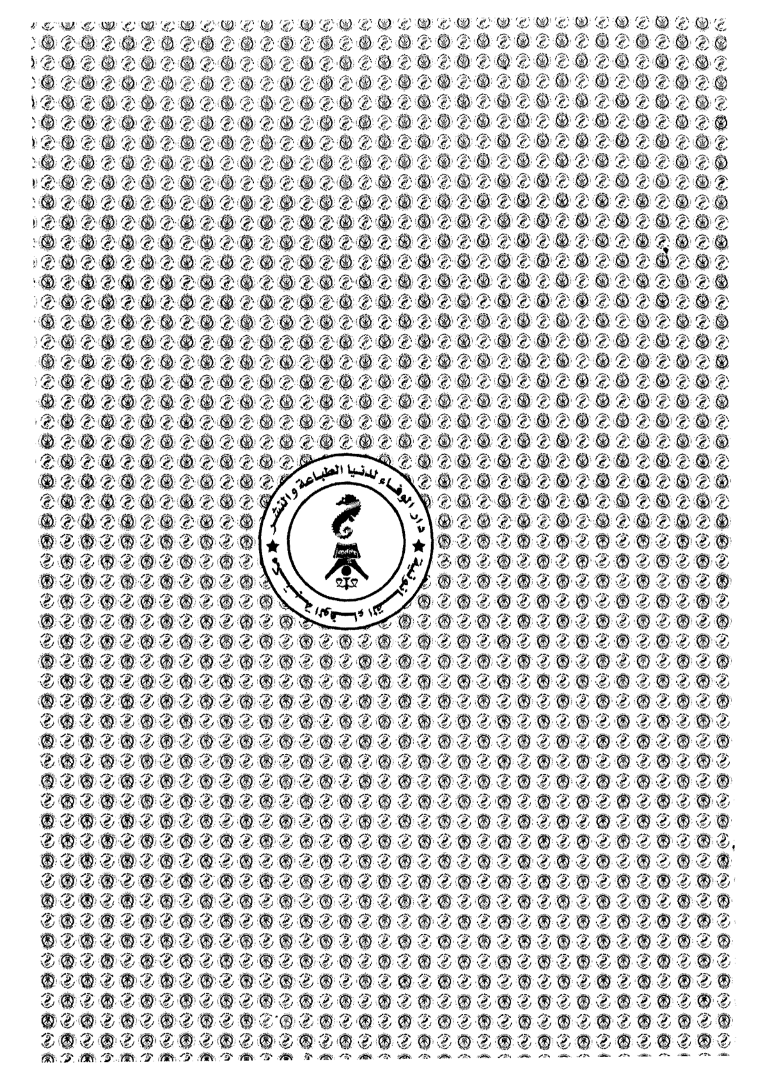




دكتور

محمد محمد محمد الخولانى


دار الوفاء لدنيا الطباعة والنشر


دار الوفاء لدنيا الطباعة والنشر

إدارة النشاط الإنتاجى والعمليات
مدخل التحليل الكمى

دكتور
محمد محمد محمد الخولانى

الطبعة الأولى
2014م

الناشر
دار الوفاء لدنيا الطباعة والنشر
تليفاكس ٥٢٧٤٤٣٨ - الإسكندرية

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿ إِن كُلُّ مَن فِي السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ إِلَّا آتِي الرَّحْمَنِ عَبْداً ....

* لَقَدْ أَحْصَاهُمْ وَعَدَّهُمْ عَدّاً . ﴾

صدق الله العظيم

- سورة مريم الآية (٩٣-٩٤)

المحتويات



فـى ظـل الـمتغيرات العالمية المتلاحقة ونحن نعايش عصر الثورة الرابعة ثـورة المعـرفة ونـواجه فـى نفس الـوقت مـتغيرات عاصـفة من أخطرها اتفاقية الـتجارة العالـمية (wot) والعوامة والتكتلات الاقتصادية المختلفة ولم يعد أمامنا مـن سبيل إلا أدراك واستيعاب التعامل مع معطيات هذا العصر ومتغيراته، ولم يعـد أمـام المنـتجات المـصرية مـن مفـر إلا أن يخلق لنفسها موقعا مناسبا على خريطة العالم الاقتصادية .

ولمـا كانـت وظيفة الإنتاج والعمليات من أكثر وظائف المنظمة قدرة على تحقـيق هـذه الأهـداف لمنظماتـنا سـواء الصناعية منها أو الخدمية، حيث أنها الوظيفة المنوط لها إنتاج السلع والخدمات التى أنشئت المنظمة أساسا لتقديمها، لـذلك كـان الاهـتمام لمقـرارات إدارة النـشاط الإنتاجى والعمليات ضرورة حتمية لخلـق الوعـى والـثقافة لـدى المهـتمين بهـذا المجـال مـن طلبة أو ممارسين بما يمكنهم من ممارسة أو فردهم الكفاءة والفعالية المتوقعة.

ويـتعامل هـذا الكـتاب مـع إدارة النـشاط الإنتاجى العمليات باعتبارها وظـيفة متكاملة تنطوى على ممارسة المدير للوظائف الإدارية من تخطيط وتنظيم وتوجـيه ورقابة فى مجال إنتاج السلع المادية الملموسة أو تقديم الخدمات الغير ملموسة .

وقـد تم عـرض موضـوعات الكـتاب بطـريقة تهـدف إلى نقـل المفاهـيم الرئيـسية للنـشاط الإنتاجـى للقـارئ بأسـلوب مبسط وعولجت معظم موضوعاته باسـتخدام الـنماذج الكمـية (الرياضة) بعد تبسيطها لتتفق مع القدارات العلمية للقارئ العادى، كما روعى استبعاد الموضوعات الجدلية والتى تحتاج إلى خلفية رياضية متقدمة .

ويـود المؤلـف أن يعـبر عـن أمتـنانه لكل من سبقوه فى الكتابة فى هذا الميدان وقد تم الإشارة إليهم فى نهاية الكتاب .

والله ولى التوفيق ،،

المؤلـف

الفصل الأول

مفهوم وظيفة إدارة النشاط الإنتاجى والعمليات

- **أولا** : التطور التاريخى لإدارة الإنتاج والعمليات .
- **ثانيا** : الوظائف الرئيسية فى منظمات الأعمال .
- **ثالثا** : مفهوم إدارة الإنتاج والعمليات .
- **رابعا** : مدير الإنتاج والعملية الإدارية .

الفصل الأول

مفهوم وظيفة النشاط الإنتاجى والعمليات

حيث أن الكتاب يهدف إلى تقديم إطار عام لإدارة وظيفة الإنتاج والعمليات فى منظمات الأعمال. فإن هذا الفصل يمهد الطريق أمام الموضوعات الفنية المتخصصة التى سنتناولها بالشرح والتحليل فى هذا الكتاب، ويبدأ هذا الفصل باستعراض سريع لمراحل تطور الفكر الإدارى لوظيفة الإنتاج، ثم التعريف بطبيعة ونطاق إدارة الإنتاج والعمليات كأحدى الوظائف الرئيسية الهامة للمنظمة.

أولا : التطور التاريخى لإدارة الإنتاج والعمليات :

عرفت وظيفة الإنتاج منذ بدأ الإنسان العمل وتنظيم جهوده من اجل سد احتياجاته من غذاء إلى ملبس، فكذانت كل أسرة تنتج احتياجاتها وتغزل ملابسها، وعندما زاد ما تنتجه الأسرة عن احتياجاتها باعت الفائض فى السوق مقابل سلع أخرى (المقايضة)، وللاستفادة من هذا الوضع ظهرت فئة من الوسطاء والسماسرة لمساعدة الأسرة فى هذه العمليات فكانوا يجمعون المادة الخام (القطن) لتسليمها للأسر لتصنيعها فى منازلهم وكذلك مساعدتهم فى بيع الفائض عن احتياجاتهم، ولكن بعد ذلك ظهرت فكرة تجميع العاملين كلهم فى موقع واحد بدلا من توزيعهم على المنازل، ومن هنا ظهرت فكرة "المصنع".

وتعتبر الآثار التاريخية الموجودة الآن خير مثال على ممارسة الحضارات القديمة لهذه الوظيفة فالفراعنة- قدماء المصريين — على سبيل المثال تشير آثارهم ونقوشهم إلى أنهم استخدموا العديد من أساليب الإدارة الحديثة فى إدارة الكثير من أعمالهم، فبناء الأهرامات يعد بدون شك أحد المشروعات الضخمة التى لابد وأن تنفيذها قد تمت إدارته على أسس علمية سليمة بدءا من

التصميم تخطيط العمل، توفير الاحتياجات، نقل ومناولة المواد، والمتابعة، ومراقبة المخزون، ومراقبة الجودة ... الخ .

وفى القرن الثامن عشر ظهر كتاب "ثروة الأمم" The wealth Nations الذى قدم فيه الاقتصادى آدم سميث أول مبادئ تقسيم العمل لرفع كفاءة الأداء وكان ذلك هو الأساس الذى بنيت عليه فيما بعد دراسة الوقت وتبسيط العمل .

وفى القرن التاسع عشر استكمل تشارلز بابيج فى كتابه "اقتصاديات الإنتاج واستخدام الآلات" ما بدأه آدم سميث مثل دراسة الوقت والتخصيص وتقسيم العمل وتخفيض التكاليف وربط الأجر بالمهارات اللازمة لآداء المهمة أو العمل .

وجاء فردريك تيلور فى أوائل القرن العشرين بدراساته وأبحاثه الخاصة برفع مستوى أداء العامل من خلال دراسة الوقت والحركة Time & Motion study للعمليات التى تؤدى فى المصنع معتمدا على أساليب الملاحظة والتجريب وتسجيل النتائج وتحليلها فسميت بحركة الإدارة العلمية نظرا لأن استخدام هذه الأساليب كان يقتصر من قبل على العلوم الطبيعية فقط، ونشرت نتائج دراسته وتوصياته فى كتاب "مبادئ الإدارة العلمية"
principles of scientific management .

وعاصر تيلور عدد من المفكرين الإداريين أمثال هنرى فورد (تدفق العمل فى الإنتاج الكبير وخطوط التجميع) وفرانك جلبرت (دراسة الحركة)، وهنرى جانت (نظم جدولة الإنتاج واستخدام الخرائط)، وآلتون مايو (اثر العوامل النفسية والاجتماعية على بيئة العمل) .. وكثيرون غيرهم من رواد الفكر الإدارى.

وكان يطلق على الإدارة القائمة على وظيفة الإنتاج "إدارة التصنيع أو "الإدارة الصناعية" أو "إدارة المصانع" وكان الاهتمام الأساسى منصبا على زيادة الإنتاجية.

وفى الخمسينات ساعد مفهوم النظم فى تطوير الرؤية للمنظمة كنظام كلى يتكون من مجموعة من النظم الفرعية إلى جانب اعتباره فى حد ذاته نظاما

فرعيا لنظام أكبر، وساهمت بحوث العمليات فى حل الكثير من مشاكل الإنتاج بتقديم العديد من النماذج الرياضية التى يمكن استخدامها فى عمليات الجدولة والمخزون واختيار الموقع وتخصيص الموارد وكان لاتساع دائرة استخدامات الحاسب الآلى أكبر الأثر فى زيادة استخدام هذه النماذج بسهولة ويسر .

وفى أواخر الخمسينيات ظهر مفهوم "إدارة الإنتاج ليصبح مجال الاهتمام هو ممارسة الوظيفة وليست الأساليب الفنية للتصنيع، ونتيجة لذلك تم تعميم استخدام هذه المفاهيم فى العديد من المنظمات غير الصناعية (بالمفهوم التقليدي) كالمنظمات التجارية والبترولية.

وشهدت نهاية الستينيات ازدهارا أكبر فى مجال "إدارة الإنتاج" التى كان يوحى مسماها باقتصار مجال تطبيقها على المنتجات المادية الملموسة، ولتوسيع هذا المجال أضيف قطاع الخدمات إلى المجالات التى تستخدم فيها مفاهيم وظيفة الإنتاج وأصبح المسمى أكثر شمولا ليكون "إدارة العمليات" أو "إدارة الإنتاج والعمليات" وليغطى فى نفس الوقت المنظمات الإنتاجية والخدمية الهادفة وغير الهادفة للربح .

ثانيا : الوظائف الرئيسية فى منظمات الأعمال :

يوجد لكل منظمة للأعمال ثلاثة وظائف أساسية هى العمليات operations التمويلFinance والتسويق Marketing وبالإضافة إلى هذه الوظائف الرئيسية توجد مجموعة أخرى من الوظائف المعاونة مثل الأفراد، الحسابات، الشئون الهندسية .. وهكذا .

ومن الواضح أن وجود هذه الوظائف بالمنظمة أو عدم وجودها، وكذلك مدى الاهتمام الموجه لكل منها يعتمد بدرجة كبيرة على نوعية الأعمال التى تقوم بها المنظمة، وعلى ذلك فإنه فى المنشآت غير الصناعية قد لا تجد إدارة هندسية، على الرغم من أن وجودها يعتبر ضرورة فى المنشآت الصناعية .



شكل رقم (١)

الوظائف الرئيسية بالمنظمة

١- وظيفة العمليات operations

تنطوى هذه الوظيفة على جميع الأنشطة المرتبطة بشكل مباشرة بإنتاج السلع أو تقديم الخدمات التى تتعامل فيها المنظمة، ولا يمكننا القول بأن وظيفة الإنتاج والعمليات تمارس فقط فى عمليات التصنيع والتجميع المتعلقة بالمنتجات المادية الملموسة، ولكن كما سبق أن ذكرنا فإنها تمارس أيضا فى المنظمات ذات الطبيعة الخدمية مثل مؤسسات الرعاية الصحية ومنشآت النقل وتجارة التجزئة .. وما شابه ذلك .

وتعتبر وظيفة العمليات هى بمثابة حجر الأساس لمعظم منظمات الأعمال، لأنها الوظيفة المسئولة عن خلق سلع وخدمات المنظمة، حيث يتم الحصول على المدخلات اللازمة من العمل والمواد والطاقة، وعبر الوقت (الزمن) تستخدم للحصول على المنتجات التامة واحدة أو أكثر من عمليات التحويل (مثل التخزين والنقل والتقطيع..) بما يضيف قيمة إلى العناصر الأولية المستخدمة ومن أجل ضمان الحصول على المخرجات المطلوبة، تتم أثناء عملية التحويل وفى نقاط متعددة عمليات قياس يتم إرسال نتائج تجميعها كمعلومات مرتدة مرة أخرى مع مدخلات النظام بعد مقارنتها بالمستويات النمطية السابق وضعها لتحديد ما إذا كانت هناك حاجة لاتخاذ أى أجزاء تصحيحى .

٢- وظيفة التمويل finance

تنطوى وظيفة التمويل على الأنشطة المتعلقة بضمان توافر الموارد النقدية اللازمة للمنظمة بأسعار معقولة وكيفية، تخصيص هذه الموارد على أجزاء المنظمة ككل، ويمكن إيجاز أهم هذه الأنشطة فيما يلى :

١- إعداد الموازنات:

يتم إعداد الموازنات بشكل دورى من أجل تخطيط الاحتياجات المالية، مع ضرورة متابعة الموقف لإجراء التعديلات اللازمة على الموازنات، مع تقييم الأداء الفعلى بالمقارنة بالموازنة السابق إعدادها .

٢- التحليل والتقييم الاقتصادى لمقترحات الاستثمار :

تتطلب عملية تقييم فرص الاستثمار البديلة فى المصنع والمعدات ضرورة التعاون بين أفراد إدارة العمليات وإدارة التمويل.

٣- توفير الأموال اللازمة :

وتتعلق بتوافر التمويل الضرورى للعملات من حيث كمية الأموال المتاحة وتوقيتات توافرها، حيث أن عنصر التوقيت يكون عاملا حرجا للغاية عندما تكون الأموال المتاحة للتصرف محدودة، ويمكن أن يساهم التخطيط الجيد للأموال فى تجنب مشاكل التدفق النقدى .

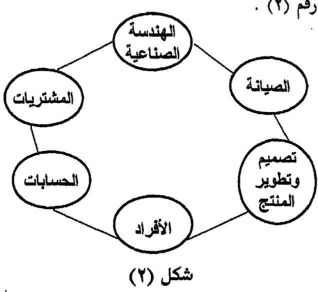
(٣) وظيفة التسويق Marketing

يتركز الاهتمام الأساسى لوظيفة التسويق على بيع منتجات المنظمة أو خدماتها، وتتضمن الأنشطة الأساسية للتسويق بالإضافة إلى البيع عمليات الإعلان والترويج، وبصفة عامة تطوير السوق والحفاظ عليه، كذلك توطيد العلاقات مع العملاء بالإضافة إلى التنبؤ بالمبيعات، ونظرا لوجود اتصال مباشر بين أفراد التسويق والعملاء، فإن إدارة التسويق تعتبر مصدرا ثمينا للمعلومات المتعلقة بتطوير المنتج أو الخدمة القائمة أو تطوير منتجات أو خدمات جديدة، وفى مقابل ذلك يحتاج أفراد التسويق إلى معلومات من إدارة العمليات تتعلق

بفترة السبق Lead times اللازمة للانتهاء من تصنيع المنتج أو إعداد الخدمة حتى يمكن مد العملاء بتقديرات دقيقة عن المدة اللازمة للانتهاء من تجهيز أوامرهم .

(٤) وظائف أخرى :

بالإضافة إلى الوظائف الرئيسية الثالثة بالمنظمة توجد مجموعة أخرى من الوظائف المعاونة التى تتكامل وظائفها مع الوظائف الرئيسية الثلاثة ومنها المشتريات والحسابات والأفراد. يضاف إلى ما سبق ووفقا لطبيعة المنظمة قد نجد وظائف أخرى لتصميم وتطوير المنتج والهندسة الصناعية، والصيانة..كما يظهر من شكل رقم (٢) .



شكل (٢)

تفاعل وظيفة العمليات مع العديد مع الوظائف المعاونة

الحسابات Accounting

وتعد هذه الوظيفة مسئولة عن إعداد القوائم المالية بما فيها قائمة الدخل والميزانية، وتتولى كذلك توفير بيانات التكلفة عن العمالة والمواد والمصروفات الإضافية، وقد تقدم كذلك تقاريرا عن بعض الجزئيات مثل نسبة الفاقد، أوقات التوقف، والأعطال، وبيانات المخزون، وتتابع هذه الوظيفة

موقف المبالغ والمحصلة وتكاليف التأمين وتقوم بإعداد قوائم الضرائب الخاصة بالمنشأة .

المشتريات Purchasing

وهى مسئولة توفير المواد والمهمات والمعدات اللازمة ، ويعتبر الاتصال المباشر وثيق الصلة بإدارة العمليات أمرا ضروريا لضمان تحديد وتوفير الكميات المطلوب شراؤها بدقة وفى التوقيتات المناسبة ، كذلك تعتمد المنظمة على إدارة المشتريات فى تقييم الموردين من حيث الجودة، الاعتمادية ، الخدمة ، والسعر، والقدرة على التكيف مع تغيرات الطلب، وتتضمن عملية الشراء أيضا شحن واستلام وفحص المواد .

الأفراد Personnel

وتهتم هذه الوظيفة بتوفير الكفاءات وتدريب الأفراد، وعلاقات العمل، والتفاوض مع النقابات، وإدارة الأجور والمرتبات، والمساعدات فى إعداد تقديرات الاحتياجات من القوى البشرية مع الحفاظ على صحة العاملين وسلامتهم .

تصميم وتطوير المنتج Product design /development

وتلعب هذه الوظيفة دورا هاما فى بعض المنشآت، وقد تتضمن الأنشطة الرئيسية بحوث وتطوير المنتجات أو الخدمات الجديدة، بالإضافة إلى العمل على تطوير وتحسين المنتجات أو الخدمات الحالية ، ويتطلب هذا ضرورة وجود قنوات اتصال مستمرة بين مراحل التصميم والإنتاج يتم عبرها تبادل المعلومات الخاصة بالإمكانات والقدرات الحالية والمستقبلة للمنشأة .

الهندسة الصناعية industrial Engineer

وغالبا ما توجد هذه الوظيفة فى المنشآت الصناعية الكبير الحجم، وتهتم أساسا بعمليات الجدولة وتحديد المستويات النمطية للأداء وتصميم طرق العمل، بالإضافة إلى مراقبة الجودة ومناولة المواد .

الصيانة Maintenance

وهى مسئولية عن عمليات الصيانة الدورية بالإضافة إلى الإصلاحات المطلوبة، وتدفئة المصنع أو تبريده، إلى جانب نقل المخلفات والنفايات الضارة والتخلص منها وقد يضاف إليها الأمن الصناعى .

ثالثا : مفهوم إدارة الإنتاج والعمليات :

اختلف الكتاب فى نظرتهم إلى إدارة الإنتاج والعمليات، فالبعض يراها- كما سبق وأن ذكرنا – أنها الإدارة المسئولة عن إنتاج السلع والخدمات التى تتعامل فيها المنظمة بالكميات المطلوبة وبالجودة المناسبة وفى الوقت المحدد وبالتكلفة المعقولة .

ويراها البعض الآخر من خلال مفهوم النظم (الذى سنتعرض له فى الفصل القادم) أنها ذلك النشاط الوظيفى المختص بالعمليات التحويلية المختلفة المطلوب القيام بها لتحويل عناصر الإنتاج أو مدخلات النظام (مواد، آلات، عمالة، أرض ورأسمال)، إلى مخرجات ذات قيمة أكبر واستخدام أفضل من عناصر المدخلات .

والبعض الآخر ينظر لإدارة الإنتاج والعمليات على أنها مجموعة الوظائف الإدارية من تخطيط وتنظيم وتوجيه ورقابة وتنمية كفاءات والتى تمارس من أجل إجراء عمليات التحويل اللازمة على عناصر الإنتاج المختلفة للحصول على المخرجات المطلوبة، إلا أن التعريف الأكثر شمولا والذى يقوم بناء الهيكل الأساسى لموضوعات هذا الكتاب فهو النظر إلى إدارة الإنتاج والعمليات على أنها مجموعة الوظائف الإدارية المتعلقة بتصميم وتشغيل نظم الإنتاج المختلفة، وينطوى ذلك على عمليات تخطيط وتنظيم وتوجيه ورقابة العمليات المستخدمة فى خلق السلع والخدمات المطلوبة بالكميات والمواصفات المطلوبة وفى التوقيت المحدد وبأقل تكلفة ممكنة .

ويلاحظ أن المادة العلمية المعروضة فى هذا الكتاب تتبع هذا المنهج الأخير حيث أن الموضوعات بصفة عامة تم تقسيمها إلى جزئين، ويتناول الجزء الأول منها عمليات تصميم الإنتاجى ويتعرض الجزء الثانى لتنفيذ النظام الإنتاجى وتشغيله ومراقبته .

رابعا : مدير الإنتاج والعملية الإدارية :

يعتبر مدير الإنتاج والعمليات هو الشخصية الرئيسية فى النظام الإنتاجى، فعليه تقع المسئولية النهائية عن خلق السلع والخدمات .

وقد نتخيل أن نوعيات الأعمال التى يهتم بها مدير الإنتاج تختلف بشكل واضح من منظمة إلى :أخرى لاختلاف المنتجات أو الخدمات التى تتعامل فيها المنظمات المختلفة، أى أننا نجد أن العمليات المصرفية تتطلب نوعية مختلفة من الخبرة عن تلك التى تتطلبها صناعة كالحديد والصلب مثلا، ومع هذا فإننا نجد أن أعمال المدير واحدة فى الحالتين وهى بالضرورة أعمال إدارية ويمكن تكرار نفس القول فى شأن طبيعة عمل أى مدير إنتاج — عمليات بغض النظر عن أنواع السلع الخدمات المقدمة (ففى جميع الحالات يقوم مدير العمليات بالتنسيق بين استخدامات الموارد من خلال عملية الإدارة التى تتضمن التخطيط والتنظيم وتكوين الكفاءات، والتوجيه والرقابة .

ويتضمن التخطيط planning تحديد الإطار العام للأعمال المستقبلة وتبدأ عملية التخطيط بتقدير وتحديد الهدف المطلوب ويلى ذلك تصميم طرق وأساليب تحقيق هذا الهدف .

أما التنظيم Organizing فيشير إلى الهيكل الإدارى للمنظمة، ويتضمن وضع أجزاء النظام معا جانبا إلى جنب بالشكل الذى يضمن تحقيق النتائج المطلوبة، ويتطلب هنا اتخاذ قرارات تتعلق بمن؟ وماذا؟ وأين؟ ومتى؟ المتعلقة بالأعمال .

ويشمل تكوين الكفاءات Staffing اختيار وتدريب الأفراد الذين سيقومون بتشغيل النظام، ويشير التوجيه Directing إلى إصدار الأوامر أو التعليمات، وتقديم المقترحات أو دفع المرؤوسين لأداء مهامهم بالكفاءة المطلوبة وفى الوقت المحدد وتتضمن الرقابة Controlling قياس نتائج العمليات وتحديد ما كانت مقبولة واتخاذ أو تحديد الإجراء التصحيحى المطلوب إذا كانت هناك حاجة لذلك .

ويوضح الجدول التالى أمثلة لبعض أنشطة مديرى العمليات وفقا لهذه التصنيفات .

جدول رقم (١)

أمثلة لبعض القرارات الإدارية لمدير الإنتاج والعمليات

التخطيط	التنظيم	التوجيه	تكوين الكفاءات
-الطاقة . -الموقع . -المنتجات والخدمات . -التصميم الداخلى . -المشروعات . -الجدولة .	-درجة المركزية -الصنع أو الشراء -التعاقد من الباطن	-خطط الحوافز -إصدار أوامر العمل . -توزيع الأعمال	-استخدام الوقت الإضافى. -التعيينات والاستغناءات .

الفصل الثانى

الجوانب التنظيمية لإدارة الإنتاج

- **أولا** : تقديم .
- **ثانيا** : الهيكل التنظيمى لإدارة الإنتاج والعمليات .
- **ثالثا** : تحديد أهداف إدارة الإنتاج والعمليات .
- **رابعا** : المراحل الرئيسية لوضع الهيكل التنظيمى .
- **خامسا** : أسس التنظيم الداخلى لإدارة الإنتاج العمليات .

الفصل الثانى

الجوانب التنظيمية لإدارة الإنتاج

أولا : تقديم :

سبق أن ذكرنا أن إدارة الإنتاج والعمليات تهدف إلى إنتاج سلعة أو تقديم خدمة بكمية معينة وجودة محددة فى زمن مخطط وبأقل تكلفة ممكنة، وهى فى سبيلها لتحقيق ذلك لابد وأن تمارس مجموعة من الأنشطة تحتاج فى تنفيذها إلى مجموعة من الأعمال يقوم بها عدد من العاملين الذين يختص كل منهم بمجموعة من الأعمال، وذلك بتعاون مع باقى الوظائف الأخرى من أجل تحقيق الهدف العام، ويعتبر هذا باختصار هو الإطار العام لتنظيم إدارة الإنتاج والعمليات.

ولكن قد يكون من الضرورى – قبل تناول كيفية إعداد الهيكل التنظيمى لإدارة الإنتاج بالتفصيل – أن نشير إلى إننا لن نتناول مبادئ التنظيم بالتفصيل حيث أنه قد سبق تناولها فى مقرر السنة الأولى "مبادئ والإدارة" كذلك لا يوجد شكل تنظيمى أمثل يصلح لجميع المنظمات باختلاف بأحجامها أو طبيعة نشاطاتها، أى بعبارة أخرى لا يوجد تنظيم أمثل لكل المنظمات أو حتى لمنظمة محددة باختلاف الأوقات، ولكن كل منظمة لها ظروفها وإمكانياتها وطبيّة عملها وحجمها وأهدافها الخاصة بها، والتى قد تتفاوت من وقت إلى آخر .

وبالتالى فإن الهيكل التنظيمى ليس هدفا فى حد ذاته وإنما هو وسيلة أو أداة أو إطار يتم من خلاله تحقيق الأهداف الخاصة بالإدارة وعلى ذلك فإن رفع كفاءة الإدارة فى مجال الإنتاج والعمليات يتطلب ضرورة الاهتمام لوضع الهيكل التنظيمى الداخلى الخاص بالإدارة وأهمية تحديد موقع على الهيكل التنظيمى العام ككل وكذلك علاقته بباقى الإدارات الأخرى بالمنظمة.

وبصفة عامة فإن التنظيم الكف هو ذلك الذى يحدد بشكل واضح ودقيق طبيعة العمل والعلاقات الوظيفية والسلطات والمسئوليات ولكن إلى جانب ذلك يتمتع بدرجة من المرونة وليس الجمود حتى يسمح بالتجاوب مع أى تغيرات تحدث سواء خارج المنظمة أو داخلها .

ونعرض فيما يلى مراحل إعداد التنظيم الإدارى لإدارة الإنتاج والعمليات .

ثانيا : الهيكل التنظيمى لإدارة الإنتاج والعمليات :

من الإطار العام السابق توضيحه لخطوات ومراحل وضع التنظيم الخاص بإدارة الإنتاج والعمليات وجدنا أن كل المراحل تبنى على أساس وجود هدف أو مجموعة محددة وواضحة من الأهداف الخاصة بالإدارة، وفى هذا الصدد نود أن نشير إلى أن بعضا من الكتاب فى مجال الإدارة يعتبرون أن وضع الأهداف وتحديدها هى أولى خطوات وضع الهيكل التنظيمى، أى أنها بعبارة أخرى تدخل ضمن مراحل وخطوات وضع الهيكل التنظيمى، وإلى جانب هؤلاء بعض أخر من الكتاب الذين يرون أن وضع الأهداف وتحديدها هى مرحلة مستقلة قائمة بذاتها وتتم خارج نطاق مراحل إعداد الهيكل التنظيمى، وهذا هو الرأى الذى نتبعه فى هذا المجال .

ثالثا : تحديد أهداف إدارة الإنتاج والعمليات :

حيث أن إدارة الإنتاج والعمليات هى المحور الأساسى الذى تدور حوله أنشطة المنظمة كلها وعمليتها فإن أهداف هذه الإدارة لابد وأن تنبثق من الأهداف العامة للمنظمة ككل، هذا من ناحية طبيعة النشاط، أما من ناحية منهج النظم فإننا قد عرفنا إدارة الإنتاج والعمليات على أنها ما هى إلا نظام فرعى من ضمن مجموعة من النظم الفرعية الأخرى المكونة للمنظمة ككل (تسويق، تمويل...) وعلى ذلك فإن أنشطة هذه النظم الفرعية وعلاقاتها وتفاعلاتها لابد وأن تتم من أجل تحقيق الهدف العام للنظام الكلى، أى أن

الأهـداف الفـرعية لكـل نظـام فرعـى مـنها لابـد وأن تنبع من الأهداف العامة للمنظمة ككل .

الأهداف العامة للمنظمة :

وفـيما يلـى بعضا من الأهداف العامة التى قد تسعى المنظمة إلى تحقيق واحد أو أكثر منها :

- تحقـيق أقـصى مـستوى ممكن من الأرباح على أن يكون ذلك محدداً بشكل رقمى .
- زيادة الحصة السوقية للمنظمة من السوق الكلى .
- الإنتاج بمستوى معين من الجودة المرتفعة نسبيا .
- رفع مستوى الكفاءة عن طريق تحقيق خطة الإنتاج بأقل تكلفة ممكنة .
- تحمل قدر أكبر من المسئولية الاجتماعية لتحقيق أهداف المجتمع وتنمية .
- البقاء والاستمرار بل والتوسع فى مجالات النشاط المختلفة .
- مسايرة التطورات التكنولوجية الحديثة فى مجال الإنتاج.

إلى غـير ذلـك مـن الأهـداف العامة للمنظمة ككل والتى يمكن أن تشتق مـنها أهداف إدارة الإنتاج والعمليات التى قد تتمثل فى واحدا أو أكثر من هذه الأهداف .

أهداف إدارة الإنتاج والعمليات :

- زيـادة الكفـاءة الإنتاجـية سـواء علـى مـستوى إدارة الإنـتاج والعملـيات أو المـساهمة فـى رفعهـا علـى مستوى المنظمة ككل، وتتمثل الكفاءة الإنتاجية الجزئية لإدارة الإنتاج فى إنتاجية الآلات والمعدات وإنتاجية العمالة الفنية بالإدارة وكذلك إنتاجية المواد المستخدمة، بينما تعبر الكفاءة الكلية للمنظمة فـى كفـاءة الاسـتخدام الأمـثل لعـوامل الإنـتاج جميعها لتحقيق المخرجات المطلوبة .

- الإنتاج بأقل تكلفة ممكنة، على ألا يكون ذلك على حساب مستوى الجودة وذلك حتى يمكن تحديد سعر مناسب لبيع المنتج أو الخدمة .
- تحسين خصائص ومواصفات المنتجات أو الخدمات المقدمة.
- تطوير طرق وأساليب الإنتاج لتتواءم مع التطورات الحديثة .
- إضافة خط أو خطوط إنتاجية جديدة لإنتاج منتجات جديدة.
- تحقيق أهداف الخطة العامة للمنظمة ككل من خلال الوصول برقم الإنتاج إلى مستوى معين مع عدم الإخلال بالمواصفات ومستوى التكلفة السابق تحديدهم، وبعد تحديدنا للأهداف لإدارة الإنتاج والعمليات يمكن البدء فى إعداد الهيكل التنظيمى للإدارة.

ربعا : المراحل الرئيسية لوضع الهيكل التنظيمى :

تتمثل لمراحل الرئيسية لوضع الهيكل لإدارة الإنتاج ولعمليات فى الخطوات التالية :

١- تحديد الأنشطة الضرورية لتحقيق الأهداف .

٢- تحديد الأعمال والمهام اللازمة للقيام بأوجه النشاط.

٣- تحديد الوظائف اللازمة وأعداد الأفراد اللازمين لأداء كل عمل .

٤- تجميع الوظائف المتشابهة أو المتكاملة فى مجموعات.

٥- تحديد اختصاصات الوظائف وعلاقاتها.

وفيما يلى شرح لكل خطوة من هذه الخطوات :

١- تحديد الأنشطة اللازمة لتحقيق الأهداف:

يتم تحديد الأنشطة التى لابد وأن تؤدى فى إدارة الإنتاج والعمليات بناء على أهداف هذه الإدارة والسابق تحديدها، وعادة ما تتمثل الأنشطة الخاصة بإدارة الإنتاج والعمليات فى بعض أو كل الأنشطة التالية:

أ - تصميم المنتج وإعداد الرسومات لهندسية والمواصفات الفنية اللازمة لتنفيذ هذا التصميم ومراحل الإنتاج وعملياته.

ب- تخطيط الإنتاج، ويقصد به هنا تحديد الكميات المطلوب إنتاجها من كل منتج خلال فترة زمنية محددة للخطة، ويشمل تخطيط الإنتاج كذلك تحديد مستلزمات الإنتاج المطلوبة لتحقيق مستويات الإنتاج السابق تحديدها، سواء كانت عماله أو مواد أو آلات أو فترة زمنية .

ج- عمليات التشغيل والإنتاج الفعلى، وهى عبارة عن النشاط الرئيسى لإدارة الإنتاج والعمليات والذى يتمثل فى عملية الإنتاج الفعلى أو تنفيذ خطة الإنتاج السابق وضعها.

د - مراقبة الإنتاج ويقصد بها مراقبة تنفيذ الخطة الإنتاجية التفصيلية ومعالجة أسباب الانحراف عنها، وكذلك مراقبة وضبط الجودة بها تتطلبه من فحص وتفتيش وخلافه للتأكد من سلامة وجودة المنتج.

هـ- البحث والتطوير ويتعلق هذا النشاط بعده جوانب منها ما يتعلق بالمنتجات ومنها ما يتعلق بطرق وأساليب العمل والإنتاج ومنها ما يتعلق بالمواد المستخدمة ومنها ما يتعلق بأداء العاملين، أى أن هذا النشاط باختصار يتعلق بكافة عناصر الإنتاج الرئيسية .

و - الخدمات الإنتاجية المعاونة، وهى عبارة عن الأنشطة المعاونة التى تسهل القيام بعمليات الإنتاج الفعلى مثل إدارة المواد والمخازن والصيانة والنقل الداخلى .

٢- تحديد المهام والأعمال اللازمة للقيام بأوجه النشاط :

ويقصد بذلك تحديد الأعمال اللازمة لأداء كل من الأنشطة السابق تحديدها ويشارك فى هذه الخطوة مجموعة من الخبراء والمتخصصين فى هذه الأنشطة فلو أخذنا على سبيل المثال أحد الأنشطة وليكن نشاط تصميم المنتج، فإن الأعمال التى ينطوى عليها تنفيذ هذا النشاط هى :

➢ إجراء الدراسات والبحوث اللازمة للمقارنة بين السلع المنتجة بالمنظمة والسلع المنافسة ومواصفاتها .

- تصميم المنتج الذى استقر عليه الرأى بعد المقارنات السابقة .
- إعداد الرسومات الهندسية الخاصة بهذا التصميم .
- تحديد المراحل والعمليات الإنتاجية اللازمة لتصنيع المنتج أو تنفيذ التصميم المقترح .
- تحديد المواد اللازمة لهذا المنتج ككميات وكمواصفات .

نشاط آخر وليكن تخطيط الإنتاج فإن الأعمال اللازمة للقيام بهذا النشاط تتضمن ما يلى :

- تقدير الطلب المتوقع على المنتج أو المنتجات، فى خلال فترة زمنية محددة
- تحديد الحجم الاقتصادى للكميات المنتجة ولكميات المواد المشتراة.
- تحديد جدول زمنى تفصيلى لكل منتج على أساس أسبوعى أو يومى .
- تحديد الكميات والنوعيات المطلوبة من مستلزمات الإنتاج ممثله فى عدد ساعات تشغيل للآلات وللعمالة بنوعياتها المختلفة، وأيضا تحديد كميات ونوعيات المواد اللازمة وذلك على أساس زمنى قصير (أسبوعيا أو يوميا) وهكذا الأمر بالنسبة لتحديد الأعمال المطلوب القيام بها لتنفيذ كل من الأنشطة الأخرى السابق تحديدها .

٣- تحديدها الوظائف وأعداد الأفراد اللازمين :

وفى هذه المرحلة يتم تجميع الأعمال المتشابهة فى مجموعات، على أن تحدد أو تنشأ وظيفة معينة للقيام بمجموعة أو نوعية محددة من هذه الأعمال، أى أن تتم تجزئتها إلى أعمال صغيرة يخصص لكل منها وظيفة مستقلة على حدة أو يتم دمجها معا وتخصيصها لوظيفة محددة.

ويلاحظ أن نوعيات الوظائف التى يتم تحديدها تتوقف على طبيعة الأعمال التى يتم أداؤها، ويلاحظ أيضا أن كل نوعية من الوظائف تتطلب مهارات محددة مطلوبة للقيام بمهام هذه الوظيفة .

وبعد تحديد النوعيات المختلفة من الوظائف اللازمة (بعد تجزئة الأعمال أو تجميعها) يتم تقدير عدد الأفراد اللازمين للقيام بكل وظيفة من هذه الوظائف ويتم تقدير عدد الأفراد اللازمين باستخدام المعادلة التالية :

$$\text{عدد الأفراد اللازمين} = \frac{\text{الوقت الاجمالى اللازم لأداء العمل}}{\text{ساعات العمل اليومى / للعامل}}$$

فلو علمنا مثلا من تقديرنا لعدد الساعات الكلية اللازمة لأداء عمل معين وليكن مثلا عمليات الصيانة هو ٨٤ ساعة عمل يوميا، وكان عدد ساعات العمل اليومى لعامل الصيانة هو ٧ ساعات فإن .

$$\text{عدد عمال الصيانة اللازمين} = \frac{\text{٨٤ ساعة}}{\text{٧ ساعات}} = \text{١٢ عامل}$$

ولابد وأن نضيف هنا أن عدد الأفراد اللازمين أو عدد الوظائف اللازمة من نوعية محددة يتوقف على موقع أداء العمل، أى أنه إذا كانت أعمال الصيانة تتم جميعها فى موقع واحد (قسم إنتاجى واحد) فإنه يمكننا استخدام هذه المعادلة بدرجة أكبر من الثقة عما لو كانت أعمال الصيانة اللازمة (٨٤ ساعة يوميا) تتم فى أكثر من موقع وبالتالى لابد وأن يتم التخطيط منفصلا لكل موقع مما يعنى زيادة عدد الأفراد اللازمين للقيام بأعمال الصيانة عن ناتج هذه المعادلة (وهو ١٢ عامل) .

٤- تجميع الوظائف فى وحدات تنظيمية :

وفى هذه المرحلة من مراحل إعداد الهيكل التنظيمى لإدارة الإنتاج والعمليات تجمع الوظائف المتشابهة فى مجموعات يشرف على كل منها رئيس يتولى توزيع العمل والإشراف على أدائه .

ويتحدد العدد الملائم من الأفراد أو الوظائف التى يشرف عليها رئيس واحد على طبيعة العمل وظروف ومستوى الأفراد القائمين به، كما أن هذا العدد يتعلق بالمبدأ التنظيمى الذى يطلق عليه نطاق الإشراف، ويقصد بنطاق الإشراف عدد المرؤوسين الذين يمكن لرئيس واحد أن يشرف عليهم بكفاءة وفعالية، وقد

قيل بصفة عامة بأن هذا العدد يتدرج من ٦ إلى ١٠ أفراد وفقا لمستوى الإشراف نفسه، إلا أننا نؤكد مرة أخرى أنه لا يمكن وضع قاعدة عامة لتحديد نسبة ثابتة للعلاقة بين عدد المرؤوسين والرؤساء .

وبشكل عام فإن تجميع الوظائف فى مجموعات يتم على مستويين، مستوى المجموعات الرئيسية ومستوى المجموعات الرئيسية بالإدارة وتعبر هذه المجموعات عن مستوى تنظيمى معين، فإذا اعتبرنا أن التخطيط الإنتاج ومراقبته هو نشاط رئيسى يتم تخصيص مجموعة رئيسة للقيام به، فإن هذا المستوى التنظيمى (إدارة – قسم ..) يتم تخزينة إلى عدد من المجموعات الثانوية، ما هى وحدات تنظيمية (فرعية) ذات مستوى أقل، فمثلا يشمل قسم تخطيط ومراقبة الإنتاج على وحدات تنظيمية فرعية ذات مستوى تنظيمى أقل هى :

- وحدة تخطيط الإنتاج .
- وحدة مراقبة الإنتاج .
- وحدة ضبط جودة المواد والمنتجات . .

وتتوقف عمليات التجميع والتقسيم السابق الإشارة إليها على الأسس الذى يتم بناء عليه تقسيم العمل أو بناء الهيكل التنظيمى بصفة عامة كما سيتضح فيما بعد .

٥- تحديد اختصاصات الوظائف وعلاقاتها :

وفى هذه المرحلة يتم تصوير الهيكل التنظيمى لإدارة الإنتاج والعمليات فى شكل خريطة تنظيمية، وتوضح هذه الخريطة التنظيمية مسميات الوحدات التنظيمية الرئيسية بإدارة الإنتاج والوحدات الفرعية التابعة لكل منها .

إلا انه إلى جانب ذلك فلابد من عمل توصيف لكل وظيفة يتضمن محتويات الوظيفة أو الأعمال المطلوب أداؤها وسلطات ومسئوليات شاغلها والقدرات المطلوب توافرها فيمن يشغلها بالإضافة إلى علاقاتها بباقى الوظائف

الأخرى، ويتم تجميع هذه التوصيفات فى شكل دليل تنظيمى تستخدم إلى جانب الخريطة التنظيمية لإدارة والعمليات فى استكمال صورة التنظيم الإدارى للإدارة .

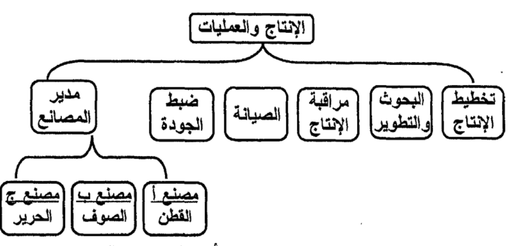
خامسا : أسس التنظيم الداخلى لإدارة الإنتاج والعمليات :

سبق وأن ذكرنا أن الهيكل التنظيمى يوضح الأجزاء التنظيمية التى تتكون منها إدارة والعمليات، والتى قد يتم إنشاؤها وفقا لأنواع المنتجات أو وفقا لمواقع المصانع التابعة للمنظمة، أو وفقا لأنشطة إدارة الإنتاج، أو وفقا لمراحل الإنتاج الأساسية وعملياته، وفيما يلى استعراض سريع لأهم هذه الأسس التى يتم تصميم الهيكل التنظيمى وفقا لها :

١- التصميم وفقا للأنشطة الرئيسية بالإدارة :

تناولنا فيما سبق مراحل إعداد الهيكل التنظيمى لإدارة الإنتاج والعمليات والتى اعتمدت أساسا على تحديد الأنشطة الأساسية ثم تجميع الوظائف المسئولة عن أعمال كل نشاط فى وحدة تنظيمية، أى أن الأساس فى التجميع كان هو الأنشطة بما يعنى أن كل نشاط أساسى يتم إنشاء وحدة تنظيمية مستقلة خاصة به، فإذا كان المستوى التنظيمى لإدارة والعمليات هو مستوى "إدارة عامة" فإن المستوى الأول داخل هذه الإدارة الإنتاج والعمليات هو مستوى "إدارة عامة" فإن المستوى الأول داخل هذه الإدارة سيعبر عن الأنشطة الأساسية فى شكل إدارات، مثلا إدارة لتخططي الإنتاج وأخرى للبحوث والتطوير وثالثة لمراقبة الإنتاج ورابعة للصيانة (إذا كانت تحتل أهمية كبرى كنشاط أساسى) ويمكن كذلك تخصيص إدارة لضبط / مراقبة الجودة وإدارة أخرى للإشراف على المصانع التى تقوم بعمليات الإنتاج الفعلى .

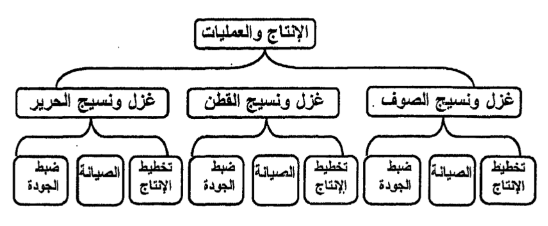
وتوضـح الخـريطة التنظيمـية التالـية كيفـية التـصميم وفقـا للأنـشطة الأساسية :



التنظيم الداخلى لإدارة وفقا للأنشطة الرئيسية

٢- تصميم الهيكل التنظيمى وفقا للمنتج:

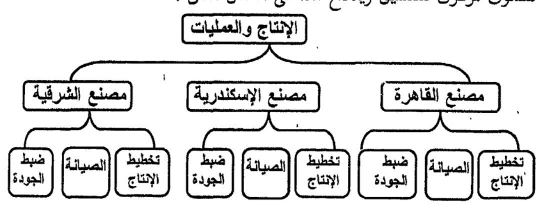
إذا زاد عـدد المنـتجات التـى تـتعامل فـيها المـنظمة والتـى تتولى إدارة الإنـتاج والعمـليات مـسئولية إنـتاجها مما يـزيد مـن عبء العمل على مديرى الأنـشطة الرئيـسية الـذين يـتولون المهام المختلفة لكل المنتجات فى هذه الحالة لكـى نـرفع مـن مـستوى الأداء الوظيفى الخاص بكل منتج مثل تخطيط الإنتاج ومـراقبة جـودته فـيما يتعلق بكل منتج، فإن التصميم هنا يعتمد على تخصيص إدارة مـستقلة لكـل منتج أو مجموعة من المنتجات المتكاملة أو المتجانسة، ويتم عـن داخل كل من هذه الإدارات ممارسة كل أو غالبية الأنشطة الرئيسية لإدارة الإنـتاج مـن تخطـيط إنـتاج وضـبط جودة وصيانة و .. الخ ويوضح الشكل التالى الخريطة التنظيمية للإدارة فى حالة تصميم الهيكل التنظيميى وفقا المنتج .



التنظيم الداخلى لإدارة الإنتاج وفقا للمنتج

٣- تصميم الهيكل التنظيمى وفقا لموقع المصنع :

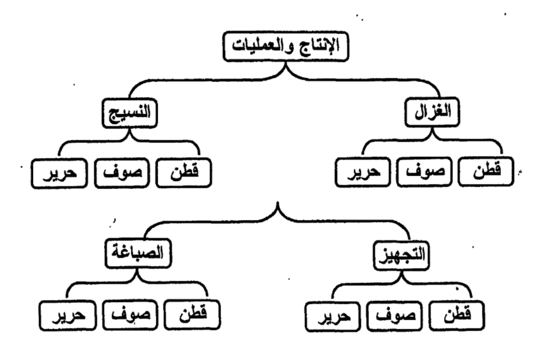
وفى هذه الحالة التى تنتشر فيها أعمال المنظمة ومصانعها على نطاق جغرافى واسع ، فإن هذا الانتشار قد يؤدى إلى تعطيل الكثير من أعمال المصانع الموجودة فى جهات نائية أو بعيدة عن المركز عن المركز الرئيسى الذى توجد به الإدارات المركزية المشرفة من تخطيط وخلافه بحيث يضيع جهد ووقت كبيرين فى الاتصالات والمكاتبات ، وعلى ذلك فإنه قد يتم الفصل بين هذه المصانع فى إدارات مستقلة ، على أن يمارس كل منها نفس الأنشطة الرئيسبية السابق توضيحها وقد يتم إلى جانب ذلك الاحتفاظ بنشاط رئيسى واحد أو أكثر على مستوى مركزى للتنسيق ويتضح هذا فى الشكل التالى .



التنظيم الداخلى لإدارة الإنتاج وفقا لموقع المصنع

٤- تصميم الهيكل التنظيمى على أساس مراحل الإنتاج :

فى مصنع الغزل والنسيج السابق الإشارة إليه كمثال تتكون مراحل الإنتاج الرئيسية من مرحلة الغزل (أى تحويل القطن أو الصوف أو الحرير الخام إلى خيوط) ومرحلة النسيج (أى تحويل الخيوط إلى نسيج) ثم مرحله التجهيز وأخيرا مرحلة الصباغة، وفى هذه الحالة قد يبيع المصنع جزءا من إنتاجة كغزل ثم يستخدم الباقى لتحويله إلى نسيج، وكذلك الأمر بالنسبة للنسيج أو للصباغة أى أن كل مرحلة من مراحل الإنتاج يمكنان تكون مستقلة فى إدارة خاصة بها تتعامل مع كافة أنواع المنتجات من خلال أداء الأنشطة المختلفة لإدارة الإنتاج كما يظهر فى الشكل التالى .



تصميم الهيكل التنظيمى على أساس مراحل الإنتاج

تعتبر الأسس السابق استعراضها لتصميم الهيكل التنظيمي لإدارة الإنتاج والعمليات من أهم الأساس المستخدمة، ولكن ما نريد أن نؤكده فى هذا المجال هو أن بناء الهيكل التنظيمى لا يقوم على استخدام واحد فقط من هذه الأسس ولكن غالبا ما يستخدم أكثر من أساس واحد فى بناء الهيكل التنظيمى، فبالنظر إلى أى من الخرائط التنظيمية فى الواقع العملى نجد هذا واضحا حيث أنا فى أبسط الحالات قد نجد أن كل مستوى تنظيمى يتبع فى تقسيم وحداته التنظيمية أساس معينا قد يختلف من مستوى إلى آخر، بل أكثر من هذا قد نجد أنه قد تم استخدام أكثر من أساس واحد فى تقسيم وحداته التنظيمية أساسا ميعنا قد يختلف من مستوى إلى آخر، بل أكثر من هذا قد نجد أنه قد تم استخدام أكثر من أساس واحد فى تقسيم الوحدات التنظيمية للمستوى الواحد، ويتوقف استخدام أى من هذه المناهج على ظروف لمنظمة المختلفة والتى سبقت الإشارة إليها من قبل .

الفصل الثالث

الإنتاجيـــة

- مقدمة .
- تعريف الإنتاجية وأهميتها .
- أسباب انخفاض الإنتاجية ومداخل تحسينها .
- أسباب نجاح بعض المنظمات العالمية .
- العوامل المحددة للإنتاجية .
- قياس الإنتاجية .

الفصل الثالث

الإنتاجيـــة

أولا : مقدمة :

يختلط الأمر على الكثيرين في استخدام مصطلحى الإنتاج والإنتاجية، ولكن الفارق بينهما كبير، فالإنتاج هو ما يتعلق بالعملية التحويلية للمدخلات إلى مخرجات والتى تشمل الأنشطة الخاصة بإنتاج السلع والخدمات .. أما الإنتاجية فهى عبارة عن مقياس لمدى كفاءة استخدام الموارد المتاحة (عناصر المدخلات المختلفة) فى إنتاج السلع والخدمات (المخرجات) .

أما من ناحية القياس الكمى فإن الإنتاج قد يتم التعبير عنه بكمية المخرجات التى تم إنتاجها (أو قيمة هذه المخرجات)، فى حين أن الإنتاجية يتم قياسها كنسبة بين المخرجات التى تم إنتاجها إلى المدخلات المستخدمة فى إنتاج هذه المخرجات .

ومن ناحية العلاقة بينهما فليس من الضرورى فى جميع الأحوال أن يؤدى زيادة كمية الإنتاج إلى ارتفاع الإنتاجية إلا فى حالة ثبات كمية لمدخلات المستخدمة، إذن فالإنتاجية لا ترتفع إلا بقدر النسبة بين الزيادة من كمية الإنتاج والزيادة فى المدخلات المستخدمة لزيادة الإنتاج .

ثانيا : تعريف الإنتاجية وأهميتها :

يعتبر استخدام الموارد المتاحة أفضل استخدام ممكن هو أحدى المسئوليات الأساسية لمديرى الإنتاج والعمليات، وتعتبر الإنتاجية مقياسا نسبيا لكمية المدخلات اللازمة لضمان الحصول على كمية محددة من المخرجات ويتم التعبير عنها كنسبة بين كمية المخرجات وكمية المدخلات .

الإنتاجية = المخرجات / المدخلات .

وعلى ذلك فإذا كان فى استطاعه المدير تحقيق زيادة فى كمية المخرجات دون زيادة كمية المدخلات المستخدمة، فإنه كبذلك يكون قد ساه فى رفع مستوى الإنتاجية، وبغض المنطق إذا أمكنه تحقيق نفس الكمية المحددة من المخرجات مع تخفيض كمية المدخلات المطلوبة، فإن الإنتاجية تكون قد زادت فى هذه الحالة أيضا .

وإذا كان قادة الأعمال والحكومات فى كل الدول الصناعية يقيمون اهتماما شديدا بالإنتاجية، فإنه من الأحرى أن يخطى موضوع رفع الكفاءة الإنتاجية باهتمام الدول النامية بدرجة أكبر، ومن ضمن هذه الدول النامية جمهورية مصر العربية، فعلى جانب نقص الموارد الاقتصادية المتاحة لهذه الدول فإنها تعانى كذلك من انخفاض كفاءتها الإنتاجية، وتعمل جاهدة على رفعها.

وتحتل اليابان مركز الصدارة فى قائمة الدول الصناعية المتقدمة ذات الكفاءة الإنتاجية المرتفعة، حيث يتراوح معدل الزيادة السنوية فى الإنتاجية فى اليابان حوالى ١٠٪ وتزيد الإنتاجية اليابانية فى العديد من الصناعات (صناعة الصلب والسيارات والإليكترويينات ..) عن مثيلاتها فى باقى دول العالم بما فيها الولايات المتحدة الأمريكية .

والاهتمام بموضوع الإنتاجية لا ينصب فقط على الاهتمام العلمى أو الأكاديمى بالموضوع، ولكن الموضوع له أبعاد أخرى كثيرة ولها ثقلها، فالزيادة المستمرة فى مستوى الإنتاجية هى السبب الرئيسى وراء مستويات المعيشة المرتفعة التى تستمتع بها الشعوب الصناعية المتقدمة ومن ناحية أخرى فإن زيادات فى الضغوط التضخمية على الاقتصاد القومى .

ثالثا : أسباب انخفاض الإنتاجية ومداخل تحسينها :

والسؤال الذى يفرض نفسه الآن : هو كيف يمكن لدول معينة أو لصناعات معينة أن تكون قادرة على تحقيق مكاسب تتمثل فى تزايد مستويات الإنتاجية ، بينما لا يستطيع غيرها تحقيق ذلك؟ وقبل الإجابة على هذا التساؤل قد يكون من الأفضل أن نتوقف لحظة للتعرف على معنى الإنتاجية وكذلك على بعض أساليب رفع مستوى الإنتاجية .

فلو أخذنا مثالا مبسطا لتوضيح حالة طالب يخطط لكتابة بحث على الآلة الكاتبة، فمستوى الطالب فى الكتابة على الآلة الكاتبة يعتبر متوسطا حيث يمكنه أن ينتهى من ثلاث صفحات فقط من خلال ساعة زمنية، فكيف يمكن لمثل هذا الطالب أن يرفع من مستوى إنتاجيته؟ ولنبدأ معا بتحديد المقصود بإنتاجية الطالب، ودعنا نتفق على أنها تعنى عدد الصفحات التى يمكنه كتابتها فى الساعة الواحدة، وبالتالى فإنه على الطالب أن يبحث على الكيفية التى تمكنه من كتابة أو إنتاج عدد أكبر من الصفحات فى الساعة الواحدة أحد هذه السبل لرفع إنتاجيته يتمثل فى الالتحاق ببعض الدورات التدريبية القصيرة لزيادة مهارات الكتابة على الآلة الكاتبة (أى أن هذا المدخل يعتمد على تحسين الأسلوب أو الطريقة) .

مدخل آخر لرفع الكفاءة الإنتاجية للكتابة على الآلة الكاتبة عن طريق إحلال الآلة الكاتبة اليدوية بأخرى كهربية ذات سعر مرتفع عن الأولى (وهذا المدخل يتعلق برأس المال) وهذا من أجل تحقيق عنصر السرعة الذى يعتبر سمة أساسية من سمات الآلية أو الأوتوماتيكية.

أما إذا كانت الأخطاء فى الكتابة هى المشكلة (أى أن الأمر يتعلق بمستوى الجودة) فقد يساعد استخدام نوعية أخرى من الآلات الكاتبة ذات الذاكرة فى سرعة وسهولة تصحيح الأخطاء قبل ظهورها أو طباعتها على الورقة (وهذا المدخل يتعلق كذلك برأس المال)، حيث أن هذه النوعية من الآلات

الكاتبة أغلى سعرا من الأنواع السابقة سواء اليدوية أم الكهربائية أى أن الأمر يتعلق بالمستوى التكنولوجى للمعدات المستخدمة من ناحية أخرى.

وبالإضافة إلى ما سبق، فمازال هناك مجال أخر لرفع الإنتاجية، يمكن تحقيقه عن طريق رفع مستوى التنظيم والإعداد الجيد لعملية الكتابة الفعلية (وهنا يتعلق الأمر بالنواحى الإدارية).

ويضاف إلى ما سبق أن هناك سوء فهم شائع يتعلق بأن العاملين هم المحدد الوحيد للإنتاجية.. ووفقا لهذه النظرية فإن الطريق الوحيد إلى تحقيق مكاسب فى الإنتاجية يتضمن ضرورة دفع العاملين لمزيد من العمل، ولكننا نعلم أن الكثير من مكاسب الإنتاجية قد تم تحقيقها فى الماضى عن طريق التطوير التكنولوجى، ومن أمثلة ذلك الآلات الكاتبة الكهربائية، وآلات تصوير المستندات العادية والإليكترونية (الفاكس)، أفران الميكروويف، الغسالات والمجففات الأوتوماتيكية، والآلات الحاسبة الإليكترونية، وبعد أن كانت النظرة التقليدية للإنتاجية تركز على البشر كمحدد وحيد للإنتاجية، أصبحت النظرة المعاصرة إلى جانب ذلك لا تغفل دور التكنولوجيا المستخدمة وأساليب العمل والمعدات وأسلوب الإدارة عوامل مؤثرة على إنتاجية القوى العاملة، ولا يتوقف الأمر على العاملين وحدهم.

ويرتبط بموضوع الإنتاجية نقطة هامة تتعلق بقياس الإنتاجية، فالبعض يقيسها بمستوى الربح الذى تحققه منظمة الأعمال الهادفة للربح ومدى قدرته على تحقيق عائد مجز لأصحاب رأس المال، إلا أن هذا الأمر غير ممكن تحقيقه ما لم يكن الربح هو الهدف الأساسى للمنظمة، من ناحية أخرى قد يصعب أحيانا قياس إنتاجية بعض الأنشطة ذات الطبيعة الخدمية مثل الشئون أو الاستشارات القانونية، الرعاية الصحية، وأعمال الإصلاح والصيانة، وعند قياس الإنتاجية لا يتوقف الأمر على قياس معدل المخرجات فقط ولكن تؤخذ فى الحسبان تكلفة الموارد المستخدمة، بالإضافة إلى مستوى جودة المخرجات حيث أنه يمكن زيادة معدل المخرجات على حساب مستوى جودتها.

ومن الأسباب الشائعة وراء انخفاض مستوى الإنتاجية زيادة الاهتمام بالأداء فى المدى القصير والتركيز على مستوى المبيعات والربح السنوى، الأمر الذى يتحقق على حساب الحافز على تطوير حلول طويلة المدى للمشاكل، ففى فترات التضخم وارتفاع تكاليف الأموال المقترضة يتردد المديرون فى تخصيص جزء من مواردهم المالية المتاحة من أجل المشروعات طويلة المدى حيث أن هذا يعد من عناصر المرونة فى الاستفادة من الفرص التى قد تسنح لهم على المدى القصير .

وفى سبيلنا للبحث عن طريق وأساليب رفع الكفاءة الإنتاجية خاصة فى الظروف الحالية التى تدعو فيها الدولة إلى فتح أبواب المنافسة الأجنبية أمام منتجاتنا المصرية بفتح مجالات الاستيراد بالإضافة إلى تشجيع الدولة بل ومطالبتها للقطاعين العام والخاص بضرورة فتح أسواق خارجية للتصدير باعتبارها ركيزة أساسية من ركائز عملية إصلاح المسار الاقتصادى للبلاد. وبناءا على ذلك وباعتبار المنتجات المصرية فى حاجة لإثبات وجودها وتحقيق ميزة تنافسية سواء فى السوق المحلى أو أسواق التصدير الأجنبية فإن تحليل ودراسة كيفية تشغيل الشركات الأجنبية (خاص اليابانية) يعتبر أمرا مفيدا للغاية من حيث توضيح ما يمكن تحقيقه فى مجالى الإنتاجية والجودة .

رابعا : أسباب نجاح المنظمات :

وإذا كنا قد ذكرنا من قبل أن الإنتاجية فى اليابان مرتفعة بدرجة ملحوظة وذكرنا أن المنتجات اليابانية يعرف عنها فى العالم أجمع ارتفاع جودتها واعتماديتها، فإنه يمكن إيجاز بعض أسباب نجاح المنشآت اليابانية فيما يلى :

١- تعتمد الشركات اليابانية بدرجة كبيرة على التمويل عن طريق المديونيات بالاقتراض من البنوك وغيرها من جهات الاقتراض، وبذلك بدلا من

التمويل عن طريق إصدار اسهم والمشاركة فى رأس المال، حيث أن البنوك لا تمارس ضغوطا كحملة الأسهم من أجل تحقيق مكاسب قصيرة المدى .

٢- تتوافر لدى البنوك اليابانية نسبة كبيرة من الأموال التى تتولى إقراضها للشركات وذلك لأن اليابانيين بطبيعتهم يميلون إلى الادخار أكثر من غيرهم من الشعوب .

٣- تقوم الشركات اليابانية باستقطاع نسبة كبيرة من مكاسبها وتخصصها لعمليات البحث والتطوير، فيتم تخصيص قدر كبير من الموارد المتاحة من أجل تطوير المنتج من حيث تصميمه وعمليات إنتاجه وكذلك لرفع مستويات الاعتمادية والجودة .

٤- تولد لدى الكثير من المستهلكين فى أنحاء العالم ثقة كبيرة فى المنتجات اليابانية باعتبارها أكثر اعتمادية وأعلى جودة من مثيلاتها المنتجة فى أى مكان أخر .

٥- أحد الأسباب المحتملة لارتفاع مستوى جودة المنتجات اليابانية هو الاستخدام الواسع للأوتوماتيكية، حيث يقوم الإنسان الآلى (الروبوت) Robots الصناعى بالعديد من المهام المتكررة والملة بالنسبة للإنسان والتى تمثل خطورة على صحته، مما يسمح للأفراد (البشر) بالتفرغ لأداء الأعمال الذهنية الأكثر أهمية، بالإضافة إلى أن هذا يحقق مستويات من الجودة لا يمكن تحقيقيها إذا ما تم استخدام العمالة البشرية .

٦- عرف عن اليابانيين استخدامهم لحلقات الجودة Quality circles وهى عبارة عن جماعات من العاملين، وتتقابل كل جماعة من العاملين، وتتقابل كل جماعة بعد مواعيد العمل الرسمية بشكل دورى لمناقشة أسباب وحلول المشاكل المتعلقة بالإنتاجية والجودة فى مصانعهم.

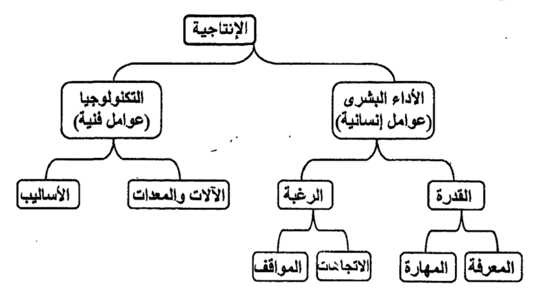
٧- يضاف إلى ما سبق أن نظام إدارة المورد البشرى فى اليابان يشجع العاملين على تقديم مقترحاتهم من أجل تطوير الأداء حتى لو نتج عن ذلك إلغاء وظائف معينة وذلك من خلال نظام محكم للأمن الوظيفة Job security

يـضمن للعـاملين عـدم الاسـتغناء عـنهم، ولكن بدلا من ذلك يتم نقلهم إلى وظائـف أخـرى قـد تحـتاج بعـض التدريب، أيضا نظام العمل بالشركات اليابانية يجعل العامل يقضى طوال عمره الوظيفى فى نفس الشركة فيصبح ولاؤه للـشركة شـديدا ويـتولد لديـه شـعور بالرضا والاعتزاز والفخر نتيجة مشاركته فى القرارات الإدارية وعمليات رفع مستويات الإنتاجية والجودة.

ولعـنا فـى جمهـورية مـصر العـربية نحـاول أن نحـذو حذو هذه البلاد المـتقدمة التـى جعلـت من قضية الإنتاج والإنتاجية هما الأول والأكبر فكان لها التقدم الصناعى والقوة الاقتصادية وارتفاع مستوى المعيشة .

خامسا : العوامل المحددة للإنتاجية :

وفى هذا الصدد قام الكثير من الكتاب بحصر العديد من العوامل المؤثرة فى الإنتاجية فى شكل معادلات كما يلى :



ويلاحـظ فـى الشكل السابق أن العلاقة مصورة فى شكل حاصل ضرب مـتغيرين (ولـيس نـاتج جمعهما) وذلك لتوضيح مدى أهمية توافر حد أدنى من كـل من المتغيرين .. فإذا انخفض أحدهما إلى مستوى الصفر أصبحت المحصلة صفرا أيا كان المستوى المرتفع للمتغير الآخر.

ومـن ناحـية أخـرى قام كتاب آخرون بتصنيف هذه العوامل إلى نوعين حسب مصدر العامل إلى عوامل داخلية (تخضع لسيطرة الإدارة ويمكنها التحكم فـيها) ,عـوامل أخـرى خارجـية (لا يمكـن الإدارة المنظمة السيطرة عليها ولكن لابـد وأن تأخذها فى الاعتبار لتحديد مدى تأثير على أعمال المنظمة) وذلك كما يتضح من الشكل التالى :

العوامل المؤثرة فى الإنتاجية

(على مستوى المنظمة)

إنسانية	مادية	لوائح تنظيمية	عوامل هيكل
عوامل داخلية		عوامل خارجية	
-العاملون(البشر)	-أنواع المنتجات .	-تـشريعات العمـل ونظمه.	-النظام الاقتصادى
-الهيكل التنظيمى .	-التكنولوجيا المستخدمة	-الـسياسات العامـة للدولة	-النظام الاجتماعى .
-نظم وسياسات العمل	-الخامات .	-العلاقات التنظيمية	-السكان .
-أساليب وطرق العمل	-الطاقات الإنتاجية .		-البيئة الأساسية.
-أساليب الإدارة	-مصادر الطاقة.		
-القيادة الإدارية	-المعدات والتجهيزات		

سادسا : قياس الإنتاجية :

يمكـن قـياس الإنتاجـية فى أى منظمة من خلال استخدام معيارين من معايير القياس هما :

١- الإنتاجية الكلية .

٢- الإنتاجية الجزئية .

وفـيما يلـى نستعرض شرحا تفصيليا لكل منهما مع المقاييس الفرعية وأمثلة رقمية لكيفية حسابها .

الإنتاجية الكلية Total productivity

يقصد بهذا المعيار قياس مدى مساهمة جميع عناصر الإنتاج (المدخلات) فى تحقيق الإنتاج (المخرجات) وهو يعبر عن مدى كفاءة المنظمة ككل .

ويتم قياس الإنتاجية الكلية من خلال المخرجات على المدخلات.

أ — معيار الكمية :

$$\text{الإنتاجية الكلية} = \frac{\text{كمية المخرجات (إجمالى عدد الوحدات المنتجة)}}{\text{إجمالى قيمة المدخلات المستخدمة (جميع عناصر المدخلات)}}$$

ب— معيار القيمة :

$$\text{الإنتاجية الكلية} = \frac{\text{إجمالى قيمة المخرجات}}{\text{إجمالى قيمة المدخلات المستخدمة}}$$

$$= \frac{\text{إجمالى قيمة المخرجات}}{\text{العمل + الخامات + الطاقة + رأس المال}}$$

وفى هذا الحالة إذا كانت المنظمة تنتج عدة أنواع من المنتجات فيتم حساب قيمة كل نوعية ثم يجمع إحمالى قيمة المنتجات كلها، ويضاف إليها كذلك قيمة أى سلع نصف مصنعة أو سلعة يتم بيعها وتمثل إيرادا لعنصر من عناصر المخرجات ويفيد استخدام معيار القيمة فى حالة تعدد نوعيات المنتجات التى تنتجها المنظمة حتى لا يمكن جمع كميات الإنتاج (عدد الوحدات) من النوعيات المختلفة للحصول على إجمالى كميات الإنتاج من مختلف النوعيات، وعلى الرغم من هذه الميزة لمعيار القيمة إلا أنه لابد من أن ننتسبه إلى اختلاف مستويات الأسعار من فترة إلى أخرى، الأمر الذى يؤثر بالقطع على نتائج قياس الإنتاجية بالزيادة أو بالنقص مما يؤدى إلى نتائج مضللة، وفى هذه الخالة لكى تصبح البيانات (الخاصة بالمبيعات على سبيل المثال) قابلة للمقارنة من عام لآخر فلابد من تثبيت الأسعار واستخدام معدلات الخصم أو أسعار الخصم وستة

القياس لتحول القيمة الحالية للجنيه إلى قيمة ثابتة للجنية وما قيل عن كيفية حساب قيمة المخرجات أو قيمة الإنتاج ينطبق أيضا على حساب قيمة المدخلات حتى تتلاقى التأثير المضلل لتغيير الأسعار .

ويلاحظ كذلك أن حساب الإنتاجية الكلية (كما سبقت الإشارة) قد يتم باستخدام كمية الإنتاج أو قيمة الإنتاج، ولكن فيما يتعلق بالمدخلات فلا يمكن استخدام الكمية (حيث لا يمكن تجميع كميات العناصر المختلفة من المدخلات)، إذا لابد أن تحسب الإنتاجية الكلية باستخدام قيمة عناصر المدخلات، سواء كانت المخرجات تم التعبير عنها بالكمية أو بالقيمة .

٢- الإنتاجية الجزئية partial productivity

وتعتمد على قياس مدى كفاءة استخدام عنصر واحد فقط من عناصر المدخلات مثل إنتاجية راس المال، وإنتاجية العمالة وإنتاجية المواد، أى أنها توضح مدى مساهمة كل عنصر من عناصر المدخلات على حدة فى ناتج العملية الإنتاجية (المخرجات النهائية) .

وتفيد مقاييس الإنتاجية الجزئية فى تفسير الكثير من التغيرات التى تطرأ على الإنتاجية الكلية بحيث يمكن تحديد مجالات أو أسباب انخفاض الإنتاجية الكلية ومن ثم وضع خطة للعلاج وتحسين الإنتاجية .

أ – إنتاجية المواد = $\frac{\text{كمية المخرجات}}{\text{كمية المواد}}$

أو = $\frac{\text{قيمة المخرجات}}{\text{قيمة المواد}}$

ب- إنتاجية الآلات = $\frac{\text{كمية أو قيمة المخرجات}}{\text{عدد ساعات التشغيل الآلى}}$

ج- إنتاجية عنصر العمل :

إنتاجية العامل = $\frac{\text{كمية أو قيمة المخرجات}}{\text{عدد العاملين}}$

$$\text{إنتاجية الجنية/أجر} = \frac{\text{كمية أو قيمة المخرجات}}{\text{إجمالى قيمة الأجور المدفوعة}}$$

$$\text{إنتاجية ساعة العمل البشرى} = \frac{\text{كمية أو قيمة المخرجات}}{\text{عدد ساعات العمل البشرى}}$$

وهكذا يمكن قياس الإنتاجية خلال ألا فترة زمنية .. مثل إنتاجية اليوم (بالقسمة على عدد الأيام)، أو إنتاجية الوردية (بالقسمة على عدد الورديات)، أو إنتاجية الأسبوع أو الشهر .

د – إنتاجية رأس المال المستثمر :

$$\text{إنتاجية العامل} = \frac{\text{كمية أو قيمة الإنتاج}}{\text{قيمة رأس المال المستثمر}}$$

هـ– إنتاجية الخدمات المعاونة :

$$\text{إنتاجية الجنيه من الخدمات المعاونة} = \frac{\text{كمية أو قيمة الإنتاج}}{\text{قيمة الخدمات المعاونة}}$$

ويلاحظ مما سبق أنه بالنسبة لحساب الجزئية لعناصر المدخلات فإنه يمكن التعبير عن هذه العناصر إما بكمياتها (ظن قطن خام أو عدد عاملين أو ساعات تشغيل آلى ....) أو يمكن التعبير عنها فى شكل نقدى كقيمة للعناصر المستخدمة (مثل قيمة الخامات المستخدمة، قيمة الأجور المدفوعة للعاملين، قيمة ساعات التشغيل الآلى أو قيمة استهلاك الآلات ... الخ) .

مثال :

إذا توافرت لديك البيانات التالية عن أحدى الشركات الصناعية خلال الفترة من (٢٠٠١ – ٢٠٠٣) .

بيـــان	٢٠٠١	٢٠٠٢	٢٠٠٣
إجمالى الإيرادات	١٨٦٠٠٠	١٩٠٠٠٠	٢١٠٣٠٠
إجمالى الأجور المدفوعة	٤٣٨٠٠	٤٤٠٠٠	٤٤٨٠٠
تكلفة المواد الخام	٥١٠٠٠	٦٢٠٠٠	٧٤٠٠
استهلاك الآلات والمعدات (قيمة ساعات التشغيل الآلى)	٧٤٠٠	٨٠٠٠	٨٣٠٠
قيمة الخامات المعاونة	٣٠٠٠	٣٨٠٠	٣٩٠٠

المطلوب :

١- حساب الإنتاجية الكلية للأعوام الثلاثة .

٢- حساب معدل النمو فى الإنتاجية الكلية .

٣- حساب الإنتاجية الجزئية لكل عنصر من عناصر المدخلات ومعدلات النمو والتعليق على العلاقة بين نتائج الإنتاجية الجزئية والتغيير فى الإنتاجية الكلية .

أولا : حساب الإنتاجية الكلية للأعوام الثلاثة :

الإنتاجية الكلية = إجمالى الإيرادات (قيمة المخرجات أو الإنتاج) / إجمالى قيمة المدخلات المستخدمة

الإنتاجية الكلية (٢٠٠١) = ١٨٦٠٠٠ / (٤٣٨٠٠ + ٥١٠٠٠ + ٧٤٠٠ + ٣٠٠٠) = ١٨٦٠٠٠ / ١٠٥٢٠٠

= ١,٧٦٨

الإنتاجية الكلية (٢٠٠٢) = ١٩٠٠٠٠ / (٤٤٠٠٠ + ٦٢٠٠٠ + ٨٠٠٠٠ + ٣٨٠٠) = ١٩٠٠٠٠ / ١١٧٨٠٠

= ١,٦١٣

الإنتاجية الكلية (٢٠٠٣) = ٢١٠٣٠٠ / (٤٤٨٠٠ + ٦٢٥٠٠ + ٨٣٠٠ + ٣٩٠٠) ٢١٠٣٠٠ / ١١٩٥٠٠

= ١,٧٦٠

ثانيا : حساب معدل النمو فى الإنتاجية :

معدل النمو فى الإنتاجية (٢٠٠١/٢٠٠٢) = (إنتاجية سنة ٢٠٠٢ – إنتاجية سنة ٢٠٠١) / إنتاجية ١٩٩٨ × ١٠٠

= (١,٧٦٨ – ١,٦١٣) / ١,٧٦٨ × ١٠٠ = (٠,١٥٥) / ١,٧٦٨ × ١٠٠ = (٨,٧٦٨٪)

معدل النمو فى الإنتاجية (٢٠٠٢/٢٠٠٣) = (إنتاجية سنة ٢٠٠٣ – إنتاجية سنة ٢٠٠٢) / إنتاجية ١٩٩٩

= (١,٦١٣ – ١,٧٦٠) / ١,٦١٣ × ١٠٠ = (٠,١٤٧) / ١,٦١٣ × ١٠٠ = (٩,١١٣٪)

من النتائج السابقة يتضح أن الإنتاجية الكلية فى عام ١٩٩٩ قد انخفضت عنها فى عام ٢٠٠١ بمعدل (٠٠,٧٦٧٪) فى حين أنها فى عام ٢٠٠٠ قد ارتفعت عنها فى عام ١٩٩٩ بمقدار ٩,١١٣٪ .

ثالثا : حساب الإنتاجية الجزئية :

١) إنتاجية الجنية/أجر = $\frac{\text{قيمة المخرجات}}{\text{قيمة الأجور المدفوعة}}$

إنتاجية الجنية/أجر سنة ٢٠٠١ = $\frac{١٨٦٠٠٠}{٤٣٨٠٠}$ = ٤,٢٤٧

إنتاجية الجنية/أجر سنة ٢٠٠٢ = $\frac{١٩٠٠٠٠}{٤٤٠٠٠}$ = ٤,٣١٨

إنتاجية الجنية/أجر سنة ٢٠٠٣ = $\frac{٢١٠٣٠٠}{٤٤٨٠٠}$ = ٤,٦٨٨

معدل النمو فى إنتاجية الجنيه/ أجر (٢٠٠٢/٢٠٠٣) =

$\frac{٤,٢٤٧ - ٤,٣١٨}{٤,٢٤٧} \times ١٠٠ = \frac{٠,٧١}{٤,٢٤٧} \times ١٠٠$

= ١,٦٠٤٪

معدل النمو فى إنتاجية الجنيه/ أجر (٢٠٠٢/٢٠٠٣) =

$\frac{٤,٣١٨ - ٤,٦٨٨}{٤,٣١٨} \times ١٠٠ = \frac{٠,٣٧}{٤,٣١٨} \times ١٠٠$

= ٨,٥٦٨٪

٢) إنتاجية المواد الخام = $\frac{\text{قيمة المخرجات}}{\text{قيمة المواد الخام}}$

إنتاجية الجنيه من الخامات سنة ٢٠٠١ = $\frac{١٩٠٠٠٠}{٦٢٠٠٠}$ = ٣,٦٤٧

إنتاجية الجنيه من الخامات سنة ٢٠٠٢ = $\frac{١٩٠٠٠٠}{٦٢٠٠٠}$ = ٣,٠٥٦

إنتاجية الجنيه من الخامات سنة ٢٠٠٣ = $\frac{٢١٠٣٠٠}{٦٢٥٠٠}$ = ٣,٣٦٥

معدل النمو فى إنتاجية الجنيه/ أجر (٢٠٠١/٢٠٠٢) = $\frac{٣,٦٤٧ - ٣,٠٦٥}{٣,٦٤٧} \times ١٠٠ \quad \frac{٠,٥٨٢}{٢,٦٤٧} \times ١٠٠$

= ١٥,٩٥٨٪

معدل النمو فى إنتاجية الجنيه/ أجر (٢٠٠٢/٢٠٠٣) = $\frac{٣,٠٦٥ - ٣,٣٦٥}{٣,٠٦٥} \times ١٠٠ \quad \frac{٠,٣}{٣,٠٦٥} \times ١٠٠$

= ٩,٧٨٨٪

٣) إنتاجية الآلات والمعدات = $\frac{\text{قيمة المخرجات}}{\text{قيمة تكلفة استهلاك الآلات والمعدات}}$

إنتاجية الآلات سنة ٢٠٠١ = $\frac{١٨٦٠٠٠}{٧٤٠٠}$ = ٢٥,١٣٥

إنتاجية الآلات سنة ٢٠٠٢ = $\frac{١٩٠٠٠٠}{٨٠٠٠}$ = ٢٣,٧٥

إنتاجية الآلات سنة٢٠٠٣ = $\frac{٢١٠٣٠٠}{٨٣٠٠}$ = ٢٥,٣٠١

معدل النمو فى إنتاجية الآلات (٢٠٠١/٢٠٠٢) = $\frac{٢٥,١٣٥ - ٢٣,٧٥}{٢٥,١٣٥} \times ١٠٠ \quad \frac{١,٣٨٥}{٢٥,١٣٥} \times ١٠٠$

= ٥,٥١٪

معدل النمو فى إنتاجية الآلات (٢٠٠٢/٢٠٠٣) = $\frac{٢٣,٧٥ - ٢٥,٣٠١}{٢٣,٧٥} \times ١٠٠ \quad \frac{١,٥٥١}{٢٣,٧٥} \times ١٠٠$

= ٦,٥٣١٪

٤) إنتاجية الخدمات المعاونة = $\frac{\text{قيمة المخرجات}}{\text{قيمة الخدمات المعاونة}}$

إنتاجية الخدمات المعاونة سنة ٢٠٠١ = $\frac{١٨٦٠٠٠}{٣٠٠٠}$ = ٦٢

إنتاجية الخدمات المعاونة سنة ٢٠٠٢ = $\frac{١٩٠٠٠٠}{٣٨٠٠}$ = ٥٠

إنتاجية الخدمات المعاونة سنة٢٠٠٣ = $\frac{٢١٠٣٠٠}{٣٩٠٠}$ = ٢٥,٣٠١

معدل النمو فى إنتاجية الآلات (٢٠٠١/٢٠٠٣) = $\frac{٦٢ - ٥٠}{٦٢} \times ١٠٠ \quad \frac{١٢}{٦٢} \times ١٠٠$

= ١٩,٣٥٥٪

معدل النمو فى إنتاجية الآلات (٢٠٠٢/٢٠٠٣) = $\frac{٥٠ - ٥٣,٩٢}{٥٠} \times ١٠٠ \quad \frac{٣,٩٢}{٥٠} \times ١٠٠$

= ٧,٨٤٪

وأخيرا يتم تفريغ نتائج حساب الإنتاجية معدل تغيرها فى جدول شامل كما يلى :

البيان	٢٠٠١	٢٠٠٢	٢٠٠٣	معدل ٢٠٠٢/٢٠٠١	معدل النمو ٢٠٠٣/٢٠٠٢
الإنتاجية الكلية	١,٧٦٨	١,٦١٣	١,٧٦٠	٨,٧٦٧٪	٩,١١٣٪
إنتاجية الجنيه/أجر	٤,٢٤٧	٤,٢٤٧	٤,٦٨٨	١,٦٠٤	٨,٥٦٩٪
إنتاجية المواد الخام	٣,٦٤٧	٣,٠٦٥	٣,٣٦٥	١٥,٩٥٨٪	٩,٧٨٨٪
إنتاجية الآلات والمعدات	٢٥,١٣٥	٢٣,٧٥	٢٥,٣٠١	٥,٥١٪	٦,٥٣١٪
إنتاجية الخدمات المعاونة	٦٢,٠٠	٥٠,٠	٥٣,٩٢	١٩,٣٥٥٪	٧,٨٤٪

مثال (٢) :

إذا توافرت لديك البيانات التالية عن أحدى الشركات الصناعية التى تنتج ٣ أنواع من المنتجات خلال عامى ٢٠٠٢/٢٠٠٣ .

البيان	٢٠٠٢			٢٠٠٣		
	أ	ب	ج	أ	ب	ج
كمية الإنتاج (بالوحدة)	٨٦٠٠	٣٤٠٠	١٢٠٠	٩٠٠٠	٣٤٠٠	١٥٠٠
نسبة الإنتاج المعيب	٥٪	١٠٪	١٠٪	١٠٪	١٠٪	٥٪
سعر بيع الوحدة الجيدة	١٠٠	٦٠	٨٠	١٠٠	٦٠	٩٠
سعر بيع الوحدة المعيبة	٥٠٪ من سعر الوحدة الجيدة			٦٠٪ من سعر الوحدة الجيدة		

وإذا علمت أن :

متوسط عدد العاملين بالشركة ٥٠٠ عامل، عدد ساعات العمل فى اليوم الواحد ٨ ساعات وهناك للراحة وتناول الغذاء يوميا، وعدد أيام العمل ٣٠٠ يوم سنويا، وأن متوسط الأجر فى الساعة ١٠ جنيهات .

المطلوب :

حساب إنتاجية العمالة باستخدام عدة مقاييس لكل من العامين ٢٠٠٢/ ٢٠٠٣ مع حساب معدل النمو فى الإنتاجية .

الحل :

أولا : حساب إجمالى الإيرادات (قيمة الإنتاج أو المخرجات) .

لكل المنتجات (أ ، ب، جـ)

أ) قيمة الإنتاج لسنة ٢٠٠٢ :

= كمية الإنتاج الجيدة × سعر بيع الوحدة الجيدة .

+ كمية الإنتاج المعيب × سعر بيع الوحدة المعيبة .

ويتم تجميعها على مستوى المنتجات الثلاثة :

سنة ٢٠٠٢ :

المنتج (أ) :

كمية الإنتاج المعيب = ٨٦٠٠ × $\frac{٥}{١٠٠}$ = ٤٣٠ وحدة .

كمية الإنتاج الجيد = ٨٦٠٠ — ٤٣٠ = ٨١٧٠ وحدة .

المنتج (ب) :

كمية الإنتاج المعيب = ٣٤٠٠ × $\frac{١٠}{١٠٠}$ = ٣٤٠ وحدة .

كمية الإنتاج الجيد = ٣٤٠٠ — ٣٤٠ = ٣٠٦٠ وحدة .

المنتج (ج) :

كمية الإنتاج المعيب = ١٢٠٠ × $\frac{١٠}{١٠٠}$ = ٤٣٠ وحدة .

كمية الإنتاج الجيد = ١٢٠٠ — ١٢٠ = ١٠٨٠ وحدة .

سنة ٢٠٠٣ :

المنتج (أ) :

كمية الإنتاج المعيب = ٩٠٠٠ × $\frac{١٠}{١٠٠}$ = ٩٠٠ وحدة .

كمية الإنتاج الجيد = ٩٠٠٠ — ٩٠٠ = ٨١٠٠ وحدة .

المنتج (ب) :

كمية الإنتاج المعيب = ٣٤٠٠ × $\frac{١٠}{١٠٠}$ = ٣٤٠ وحدة .

كمية الإنتاج الجيد = ٣٤٠٠ — ٣٤٠ = ٣٠٦٠ وحدة .

المنتج (ج) :

كمية الإنتاج المعيب = ١٥٠٠ × $\frac{١٠}{١٠٠}$ = ٧٥وحدة .

كمية الإنتاج الجيد = ١٥٠٠ — ٧٥ = ١٤٢٥ وحدة .

إجمالى قيمة الإنتاج

البيان	٢٠٠٢				٢٠٠٣			
	أ	ب	ج	أجمالى	أ	ب	ج	أجمالى
كمية الإنتاج الجيد	٨١٧٠	٣٠٦٠	١٠٨٠		٨١٠٠	٣٠٦٠	١٤٢٥	
سعر بيع الوحدة الجيدة	١٠٠ ×	٦٠ ×	٨٠ ×		١٠٠ ×	٦٠ ×	٩٠ ×	
قيمة الإنتاج الجيد	٨١٧٠٠٠	١٨٣٦٠٠	٨٦٤٠٠		٨١٠٠٠٠	١٨٣٦٠٠	١٢٨٢٥٠	
إجمالى قيمة الإنتاج الجيد				١٠٨٧٠٠٠	إجمالى قيمة الإنتاج الجيد			١١٢١٨٥٠
كمية الإنتاج البعيب	٤٣٠	٣٤٠	١٢٠		٩٠٠	٣٤٠	٧٥	
قيمة الإنتاج الجيد	٢١٥٠٠	١٠٢٠٠	٤٨٠٠		٥٠ ×	٣٠ ×	٤٥ ×	
إجمالى قيمة الإنتاج المعيب				٣٦٥٠٠	إجمالى قيمة الإنتاج المعيب			٥٨٥٧٥
إجمالى قيمة الإنتاج				١١٢٣٥٠٠	إجمالى قيمة الإنتاج			١١٨٠٤٢٥

حساب إنتاجية العمالة =

أ) إنتاجية العامل = $\frac{\text{إجمالى قيمة الإنتاج}}{\text{عدد العاملين}}$

إنتاجية العامل لسنة ٢٠٠٢ = $\frac{١١٢٣٥٠٠}{٥٠٠}$ = ٢٢٤٧ جنيها/عامل

إنتاجية العامل السنة ٢٠٠٣= $\frac{١١٨٠٤٢٥}{٥٠٠}$ = ٢٣٦٠,٨٥جنهيا/عامل

= ٢٣٦١

معدل النمو فى إنتاجية العامل= $\frac{٢٢٤٧ - ٢٣٦٠,٨٥}{٢٢٤٧}$ ×١٠٠ = $\frac{١١٣,٨٥}{٢٢٤٧}$ ×١٠٠

= ٥,٠٧ ٪

أ) إنتاجية العامل = $\frac{\text{إجمالى قيمة الإنتاج}}{\text{عدد أيام العمل}}$

إنتاجية اليوم لسنة ٢٠٠٢ = $\frac{١١٢٣٥٠٠}{٥٠٠}$ = ٣٧٤٥ جنيها/اليوم

إنتاجية العامل السنة ٢٠٠٣= $\frac{١١٨٠٤٢٥}{٣٠٠}$ = ٣٩٣٤,٧٥جنهيا/عامل

= ٣٩٣٥

معدل النمو فى إنتاجية العامل = $\frac{٣٧٤٥ - ٣٩٣٤,٧٥}{٢٢٤٧}$ × ١٠٠ = $\frac{١٨٩,٧٥}{٣٧٤٥}$ × ١٠٠

= ٥,٠٧ ٪

ج) إنتاجية ساعة = $\frac{\text{إجمالى قيمة الإنتاج}}{\text{إجمالى عدد ساعات العمل}}$

إجمالى عدد ساعات العمل = عدد ساعات العمل اليومية اليومية (السافية)

× عدد أيام العمل السنوية .

× عدد العاملين .

= (٨−١) × ٣٠٠ × ٥٠٠

إنتاخية الساعة لسنة ٢٠٠٢= $\frac{١١٢٣٥٠٠}{١٠٥٠٠٠٠}$= ١,٠٧ جنيها /الساعة

إنتاجية الساعة لسنة ٢٠٠٣= $\frac{١١٨٠٤٢٥}{١٠٥٠٠٠٠}$= ١,١٢ جنيها /الساعة

معدل النمو فى إنتاجية الساعة = $\frac{(١,٠٧ - ١,١٢)}{١,٠٧}$ × ١٠٠

= $\frac{٠,٠٥}{١,٠٧}$ × ١٠٠ = ٤,٦٧×

د) إنتاجية الجنيه / أجر = $\frac{\text{إجمالى قيمة الإنتاج}}{\text{عدد ساعات العمل الإجمالية × أجر الساعة}}$

إنتاجية الجنيه/أجر لسنة ٢٠٠٢= $\frac{١١٢٣٥٠٠}{١٠ × ١٠٥٠٠٠٠}$ = $\frac{١١٢٣٥٠٠}{١٠٥٠٠٠٠}$

= ٠,١٠٧

إنتاجية الساعة لسنة ٢٠٠٣= $\frac{١١٨٠٤٢٥}{١٠٥٠٠٠٠}$= ٠,١١٢

معدل النمو فى إنتاجية الجنية / أجر = $\frac{٠,١٧ - ٠,١١٢}{٠,١٠٧}$ × ١٠٠ = ٤,٦٧٪

مقاييس إنتاجية العمل

المقياس	٢٠٠٢	٢٠٠٣	معدل النمو
أ – إنتاجية العامل	٢٢٤٧	٢٣٦١	٥,٠٧٪
ب– إنتاجية اليوم	٣٧٤٥	٣٩٣٥	٥,٠٧٪
ج– إنتاجية الساعة	١,٠٧	١,١٢	٤,٦٧٪
د– إنتاجية الجنية/ أجر	٠,١٠٧	٠,١١٢	٤,٦٧٪

التطور التاريخى لإدارة النشاط الإنتاجى

يمكن تتبع التطور التاريخى لإدارة النشاط الإنتاجى بمتابعة الجدول رقم (١–١) حيث تظهر فيه المراحل الزمنية وأهم الأحداث التى تتميز بها مع الإشارة إلى هؤلاء الرواد الذين أسهموا فى تطوير النشاط الإنتاجى .

١٧٠٠	نظام الإنتاج المنزلى	التحول من الزراعة إلى الصناعة
١٧٠٠	نظام صرف الخامات	ظهور السماسرة وتحول المنتج إلى أجير
١٧٥٠٠	نظم المصنع	استخدام النجار فى إدارة الآلات وانتقال العامل إلى المصنع (عدة أفراد مع بعضهم)
١٧٧٦	تقسيم العمل فى الصناعة	أدم سميث
١٨٣٢	تقسيم العمل بالمهارة	بابيدج
١٩٠٠	الإدارة العلمية	فريدريك تيلور
١٩٠٠	دراسة الحركة	جلبرث
١٩٠١	خرائط رقابة العمل	جانت
١٩١٥	الحجم الاقتصادى للمخزون	هاريس
١٩٣١	خرائط الاقابة على الجودة	شيوارت
١٩٤٠	بحوث العمليات فى الحرب الثانية	بلاكت وغيره
١٩٤٧	البرمجة الخطية	دانتيج Dantzing
١٩٥٠	البرمجة الرياضية	كوبر وغيره
١٩٥٥	العقول الإلكترونية	كثيرون Cummings and
١٩٦٠	حجم الإنتاج والعمليات	بورتر Porter

الفصل الرابع

مداخل دراسة النشاط الإنتاجى

- الأهداف الرئيسية لمدخل التحليل الكمى .
- العوامل المؤثرة فى التحلي الكمى .
- نماذج التحليل المختلفة .
- مزايا وعيوب التحليل الكمى .
- نموذج تحليل التعادل .

الفصل الرابع

مداخل دراسة النشاط الإنتاجى

يصعب على المرء أن يحدد بدقة الفترة الزمنية التى ظهرت فيها قواعد إدارة النشاط الإنتاجى، ولكن الراجح أن الحضارات الأولى فى مصر، والصين، وغيرها كانت لها قواعدها وممارساتها التى استخدمتها لإقامة الحضارات التى اشتهرت بها، وإذا كان من الصعب تحديد الفترة التى ظهرت فيها المبادئ الإدارية والتنظيمية للنشاط الإنتاجى، إلا أن المؤكد أن الدراسة المنظمة لطرق إدارة هذا النشاط قد ارتبطت ارتباطا وثيقا بتنمية مداخل الإدارة والتنظيم التى ظهرت مع بداية القرن العشرين، والتى تطورت فيما بعد وأصبحت على ما هى عليه من مكانة علمية وعملية، ومن أكثر هذه المداخل ارتباطا بالنشاط الإنتاجى المداخل التالية :

١- مدخل الإدارة الصناعية .

٢- المدخل الوظيفى .

٣- مدخل الأنظمة .

٤- مدخل التحليل الكمى واتخاذ القرارات .

وسوق نتناول خصائص المدخل الأخير بشئ من التفصيل.

مدخل التحليل الكمى :

ظهر اهتمام متزايد فى السنوات الأخيرة نحو استخدام الكثير من أدوات التحليل الحديثة لدراسة المشاكل المعقدة التركيب فى مجال الإنتاج وقد أطلق على هذه الأدوات، مسميات متعددة مثل بحوث العمليات، البرمجة الخطية أو اتخاذ القرارات رياضيا، ومع تطور استخدام هذه الأدوات وتعدد مسمياتها ظهرت مدرسة علمية متميزة أطلق عليها "مدرسة علم الإدارة" Management school ورغم أن هذه الأدوات لم تتكامل بعد لكى تشكل علما

مستقلا، إلا أن استخدام الكثير منها فى الواقع قد حقق نتائج ملموسة، فقد حققت بحوث العلميات مثلا الكثير من أهدافها فى السنوات القليلة من عمرها، فقد استخدمت بتوسع لإيجاد حلول للكثير من المشاكل الإنتاجية، وخدمة العملاء، واختيار مواقع المصانع، ومناطق التخزين وغيرها، وبالرغم من أن التعرض لهذه الأدوات لا يتم إلا من خلال نماذج تتخذ شكل علاقات رياضية ورموز، إلا أن ذلك لا يمنع من استعراض جوانبها النظرية، على أن نتعرض بعد ذلك لتطبيق بعض هذه الأدوات على مشاكل محددة .

أولا : الأهداف الرئيسية لمدخل التحليل الكمى :

تتلخص الأهداف الأساسية للتحليل فى اكتشاف الوسيلة التى تظهر وتحدد بوضوح الطرق المنطقية والسليمة للوصول إلى البدائل من التصرفات الممكنة فالاستخدام الصحيح لأدوات التحليل والكفاءة فى تطبيقها يساعد أولا على تفسير العلاقة بين الأهداف الرئيسية المطلوبة، والفروض الموضوعة، واحتمالات تحققها، وثانيا، يمكن للتحليل أن يبين إلى أى مدى تتطابق الخطوات الرئيسية للتحليل مع بعضها البعض، ويظهر درجة المنطقية فى تكاملها، وأخيرا فالتخليل يجعلنا نتساءل ما هى حقيقة حاجتنا إلى الحصول على الأهداف الرئيسية، وبذلك ينمى الإدراك ويخلق الفهم الأحسن والأفضل الأحسن والأفضل لسلوك المتغيرات الكمية للنشاط الإنتاجى .

ثانيا : العوامل المؤثرة فى التحليل الكمى :

هناك ثلاثة عوامل مؤثرة فى عملية التحليل وهى : تحديد الهدف، ووضع الفروض، وتقدير المخاطر .

أ – تحديد الهدف : قبل البدء فى التحليل لابد أولا من تحديد الهدف المطلوب تحقيقه وترتبط أهداف التحليل بالأهداف العامة للمنظمة أو النظام الإنتاجى والتى يفترض أن كل فرد يسعى إلى بلوغها وقد تكون هذه الأهداف واضحة أو غامضة، صريحة أو ضمنية، وفى جميع الأحوال لابد

من محاولة إظهارها وتحليلها وتخليصها من التضارب، ثم الاسترشاد بها في البحث والتحليل قبل استخدامها كمعايير في اتخاذ القرارات .

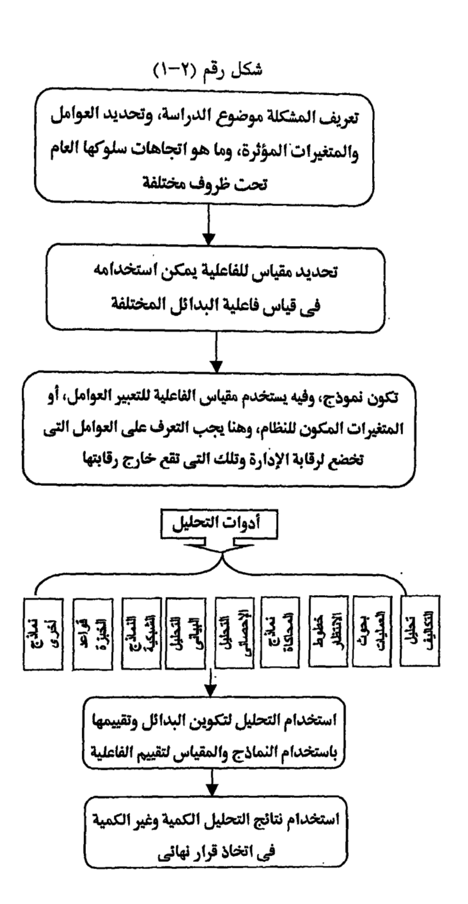
ب- وضع الفروض : وهي من الخطوات الضرورية للبحث عن الحقائق واختبارها والتحقق من قبولها، وفي مجال الإنتاج لابد من وضع الفروض عن ظروف البيئة المحيطة والقوى التي يحتمل التعامل معها، ويتضمن ذلك وضع فروض معقولة عن إمكانيات وسلوك الأفراد والتنظيم ثم التحقق من وجودها وسلامتها .

ج- مواجهة المخاطر : أن المخاطر موجودة في كل عمل أو قرار يتخذه رجال الإنتاج، ولكن المهم هو النظر إلى هذه المخاطر من زاويتين : الأولى هي التقييم وتحديد درجة أو احتمال تحقق هذه المخاطر، والثانية هي التحوط والاستعداد لموجهتها، والتعامل مع بيئة النشاط الإنتاجي دائما تحفه المخاطر وتنخفض درجة المخاطر بتحسين عمليات التنبؤ بالمستقبل وكلما كان المدى الزمني للتنبؤ طويلا، كلما انخفضت الدقة في التنبؤ، وتزايد احتمال الفشل في مواجهة المخاطر .

ثالثا : نماذج التحليل المختلفة :

هناك العديد من الأدوات التي يمكن أن تستخدم لتحليل المشاكل الإنتاجية ودراسة مكوناتها، وهذه الأدوات ليست نماذج مثالية يمكن تطبيقها كما هي على كل حالة للوصول إلى حلول للمشاكل المعروضة، ولكنها تتضمن عموميات يمكن تطويعها لكي تتناسب مع الظروف السائدة، وبالتالي يمكن تطبيقها على أكبر عدد ممكن من الحالات .

ويبين الشكل رقم (٢-١) الإطار العام لتحليل الأنشطة الإنتاجية، وفيه يظهر مكان أدوات التحليل المختلفة بين الخطوات المكونة لهذا الإطار .


شكل رقم (٢-١)
تعريف المشكلة موضوع الدراسة، وتحديد العوامل والمتغيرات المؤثرة، وما هو اتجاهات سلوكها العام تحت ظروف مختلفة
تحديد مقياس للفاعلية يمكن استخدامه فى قياس فاعلية البدائل المختلفة
تكون نموذج، وفيه يستخدم مقياس الفاعلية للتعبير العوامل، أو المتغيرات المكون للنظام، وهنا يجب التعرف على العوامل التى تخضع لرقابة الإدارة وتلك التى تقع خارج رقابتها
أدوات التحليل
تحليل التكاليف
بحوث العمليات
خطوط الانتظار
نماذج المحاكاة
التحليل الإحصائى
التحليل البيانى
النماذج الشبكية
قواعد الخبرة
نماذج أخرى
استخدام التحليل لتكوين البدائل وتقييمها باستخدام النماذج والمقياس لتقييم الفاعلية
استخدام نتائج التحليل الكمية وغير الكمية فى اتخاذ قرار نهائى

مزايا وعيوب مدخل التحليل الكمى :

بعد استعراض نماذج التحليل المختلفة، من المستحسن أن نحدد المزايا التى تقدمها هذه النماذج، والخدمات التى تساهم بها فى الوصول إلى الإدارة الجيدة أو بمعنى أخر، ما يتوقعه الإداريون من استخدام هذه النماذج، ومدى مساهمتها فى الوصول إلى الأهداف النهائية.

أن مزايا استخدام نماذج التحليل يمكن ذكرها فيما يلى :

١- يمكن لهذه النتائج أن تساعد الإدارى على أن يرى ويفهم مشاكل الإنتاج بطريقة سهلة ميسرة، فالحياة العملية تتضمن متغيرات اقتصادية وتكنولوجية معقدة، تجعل من الصعب على الإدارة أن يلم بكل كبيرة وصغيرة فى مجالات عمله، ولذلك فه يحتاج إلى أداة تمكنه من الإحاطة بتفصيلات الأعمال أثناء علاجه للمشاكل، وقد كانت المحاسبة هى الأداة الأقدم والأكثر نجاحا فى هذا المجال، ولكن المحاسبة كأداة تستخدم لأغراض خاصة ولها فوائد محددة ورغم أن أدوات التجليل الحديثة لها أغراض مشابهة، إلا أن لها مزايا لا يمكن للنظام المحاسبى التقليدى أن يفى بها، فالأدولت الحديثة لبحوث العمليات، والتحليل الإحصائى .. الخ، تمكن الإدارى من أن يتفهم المتغيرات والمشاكل الإنتاجية بطريقة عامة وشاملة، فهى تضع أمام الإدارى العوامل الخارجية التى تؤثر فى المشروع وتربطها بالعوامل الداخلية، وبذلك يستطيع أن يتخذ من الإجراءات ما يفى بالاحتياجات اللازمة لبلوغ الأهداف .

٢- توضح هذه النماذج البدائل من الحلول المكنة فى المجال المعين، فمعرفة البدائل من التصرفات، والمخاطر التى يتضمنها كل بديل، من أهم العوامل عند اتخاذ القرارات، والتفكير المتزن العميق يساعد الإدارى على تحديد البدائل، ورؤية الأشياء من الزوايا المتعددة كما وأنها تجعل من الممكن الوصول إلى الأهداف المرغوبة باستخدام طرق مختلفة، ونماذج التحليل

الحديثة تقدم للإدارة وسيلة لتفهم ورؤية هذه البدائل والتى يتضمنها كل خطة جديدة للعمل .

٣- توضح هذه النماذج المخاطرة التى توجد فى كل قرار كاو خطة للعمل، كما تبين الفروض التى يتضمنها كل أسلوب والمجهود والموارد اللازمة لضمان الناجح، وبإيجاز فإن هذه الأدوات تحدد للإدارى الموضوعات التى يجب أن يبحثها قبل أن يتخذ القرارات .

٤- تستطيع هذه النماذج أن تحدد المقاييس المناسبة للقرارات فى المجالات المختلفة، ورغم أن المحاسبة بمفهومها الجامد تقدم أحد المقاييس التقليدية للإدارة، إلا أنها كأداة تشوبها الكثير من العيوب، فالمحاسب يفترض أن قيمة النقود ثابتة، بالرغم من اختلاف قوتها الشرائية من وقت لآخر،ويستخدم لمحاسب عادة النقود كمقياس لكل شئ، وهذا المقياس لا يصلح للاستخدام فى بعض المجالات، فعندما نعالج مشاكل إنتاجية كجودة الإنتاج أو أبحاث السلعة أو العلاقات الصناعية، فلابد من استخدام مقاييس أخرى بخلاف النقود .

كذلك يفترض المحاسب التقليدى أن السنة المالية هى الفترة السليمة للقياس، ولكن السنة المالية عرفية وبعيدة عن واقع النشاط التجارى والصناعى، ولذلك من الضرورى البحث عن بديل أفضل للقياس، فالتوسع فى استخدام الآلية أثار مشاكل جديدة من أهمها مشكلة القياس ففى مصنع إلى مثلا نجد أن تكلفة الوحدة كما يراها المحاسبون التقليديون ليست نافعة لأن العوامل العامة فى هذه الحالة تتوقف على الوقت المستنفذ فى الإنتاج مقاسا بعدد الوحدات المنتجة والمباعة .

وفى هذا المجال تستخدم نماذج التحليل لتعريف وتحديد المقاييس اللازمة فى مجال الإنتاج، فيمكنها أن تحدد المعيار الذى يستخدم لقياس كل بديل من البدائل المطروحة، فالوقت المستنفذ فى قرار معين أو نشاط معين يجب أن يقاس وتتحدد أبعاده، والأدوات الحديثة للإدارة المقياس المناسب أو

الملائم لمجالات معينة مثل الأبحاث والجودة والأفراد وغيرها من المجالات التى لها أثر كبير على المصروفات والأرباح فى معظم المنظمات الصناعية .

٥- تستطيع التحليل الحديثة للإدارة أن تساعد المديرين على تحديد الأفراد المتأثرين بقرار معين، أو بمعنى آخر تحديد من الذى يجب أن يعلم بالقرارات ومن الذى يجب أن تكون لديه التعليمات، ومتى يجب أن تكون لديه، وبأى الأشكال فيمكن لهذه الأدوات مثلا أن تساهم فى معالجة مشكلة الاتصال، وخاصة الاتصال بين المستويات الإدارية .

نموذج تحليل التعادل :

أن أول النماذج التى يستخدمها رجال الإنتاج فى التحليل هو تحليل التعادل وهو أحد صور تحليل التكاليف .

فما هو تحليل التعادل ؟

وما هى استخداماته؟

وما هى حدود استخداماته ؟

وكيف يمكن أثباته ؟

وما هى أنواعه ؟

وما هى مجالات التطبيق من خلال بعض الأمثلة .

١- تحليل التعادل هو أسلوب يعتمد على دراسة سلوك عناصر التكاليف المختلفة فى الوصول إلى تحليل للمشكلات الإنتاجية وتكوين البدائل وتحديد طرق حلها .

٢- ويفترض تحليل التعادل توافر مجموعات من الشروط حتى يمكن استخدامه وهى :

أ - وجود سلعة واحدة .

ب- وجود علاقة خطية .

ج- دقة التنبؤات عن الإيرادات والمصروفات .

د – ثبات مستويات الأسعار من فترة إلى أخرى .

٣- وتستخدم نماذج تحليل التعادل :

لتحديد الكمية .

وتحديد الطاقة .

وتحديد الإنتاج .

٤- أن تحليل التعادل هو نموذج للأرباح فكيف يمكن إثباته، استخدامه ؟

إثباته :

المعروف أن الربح هو دالة لربح الوحدة × الكمية المنتجة والمباعة .

ولكن هناك علاقة بين الربح والإيرادات الكلية والتكاليف الكلية .

فالربح = الإيرادات الكلية – التكاليف الكلية .

ولتحديد الربح تقوم ببناء نماذج فرعية كل من :

الإيرادات الكلية وهى = السعر × الكمية (١)

والتكاليف الكلية وهى = التكاليف الثابتة + التكاليف المتغيرة (٢)

∴ الربح = (١) – (٢)

فإذا فرضنا أن :

ر = الربح .

س = السعر .

ك = الكمية .

م = التكاليف المتغيرة للوحدة .

ث = التكاليف الثابتة .

إذن :

ر = س × ك – (ث + م ×ك)

ر = س ك – ث – م ك

إذن عندما يكون الربح صفر أى ر = صفر



فإن :

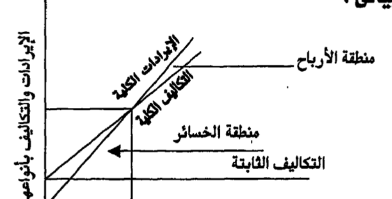
ث = س ك – م ك

أى أن :

ث = ك (س – م)

∴ ك = ث / (س – م)

الإثبات البيانى :



حجم الإنتاج والمبيعات

ويمكن استخدام هذه العلاقة فى الوصول إلى :

١– نقطة التعادل (أو حجم التعادل) أو (حجم الإنتاج) أى النقطة التى تساوى فيها الإيرادات مع التكاليف، وعندها لا تحقق المنشأة ربحا أو خسارة وتستخدم فى ذلك المعادلة التالية :

ك = التكاليف الثابتة / (سعر البيع للوحدة – التكلفة المتغيرة للوحدة)

نقطة التعادل بالقيم :

ر = التكاليف الثابتة / (١ – إجمالى التكاليف المتغيرة للمبيعات / إجمالى المبيعات)

إذا أرادت شركة أن تحدد حجم التعادل بالقيم، وتوافرت لها المعلومات التالية :

حجم المبيعات	قيمة المبيعات سعر ١٠ وحدة نقدية	التكاليف الثابتة	التكاليف المتغيرة للوحدة سعر ٥ وحدة نقدية	الربح أو الخسارة
١٠٠	١٠٠٠	١٠٠٠	٥٠٠	٥٠٠
١٥٠	١٥٠٠	١٠٠٠	٧٥٠	٢٥٠
٢٠٠	٢٠٠٠	١٠٠٠	١٠٠٠	صفر
٢٥٠	٢٥٠٠	١٠٠٠	١٢٥٠	٢٥٠

فما هى قيمة التعادل :

الحل :

نقطة التعادل بالقيمة عند ٢٠٠ وحدة $= \frac{١٠٠٠}{\frac{١٠٠٠}{٢٠٠٠}} = \frac{١٠٠٠}{١ - \frac{١}{٢}} = \frac{١٠٠٠}{\frac{١}{٢}} =$ ٢٠٠٠ وحدة نقدية

مثال (١) نقطة التعادل بالوحدات :

إذا فرضنا أن التكاليف الثابتة لمشروع جديد قدرت بحوالى ٦٠٠,٠٠٠ جنيه وسعر بيع الوحدة المنتجة يقدر بحوالى ٢٠٠ جنيه والتكلفة المتغيرة للوحدة ١٢٠ جنيه، فالمطلوب تحديد حجم الإنتاج عند نقطة التعادل .

الحل :

ك $= \frac{٦٠٠,٠٠٠}{٢٠٠ - ١٢٠} = ٧٥٠٠$ وحدة

مثال (٢) نسبة الطاقة المستغلة عند نقطة التعادل :

بافتراض أن الطاقة الكلية فى المنشأة السابق الأشارة إليها هى ٢٥,٠٠٠ وحدة، فما هى نسبة الطاقة المستغلة عند نقطة التعادل ؟

وتستخدم فى ذلك المعادلة التالية :

$$\text{س} = \frac{\text{التكاليف الثابتة}}{\text{الطاقة الكلية (سعر بيع الوحدة – التكلفة المتغيرة للوحدة)}}$$

ويكون الحل كالآتى :

$$= \frac{٦٠٠,٠٠٠}{٢٥,٠٠٠ \ (٢٠٠ - ١٢٠)}$$

$$= \frac{٦٠٠,٠٠٠}{٢٥,٠٠٠ \times ٨٠} = ٣٠\%$$

مثال (٣) استخدام تحليل التعادل لتحديد حجم الإنتاج الذى يحقق مستوى معين من الربح :

وذلك باستخدام المعادلة التالية :

$$\text{ن} = \frac{\text{ر + ك}}{\text{هـ}}$$

$$\text{أى} = \frac{\text{الربح المطلوب + التكلفة الثابتة}}{\text{مساهمة الوحدة فى الربح}}$$

مثال :

إذا فرضنا أن التكلفة الثابتة فى منشأة ما هى ١٠,٠٠٠ جنيه وكانت الوحدة المنتجة تباع بـ ٣٠ جنيه وأن التكاليف المتغيرة كانت ١,٥ عمل مباشر، ٢ جنيه مواد ومصاريف مباشرة وترغب المنشأة تحقيق ربح قدرة ٣٠٠٠ جنيه، فإن حجم الإنتاج المطلوب هو كالآتى :

$$\frac{١٠,٠٠٠ + ٣٠٠٠}{٣ - (١,٥ = ٠,٥)} = ١٣٠٠٠ \text{ وحدة}$$

٤- كذلك يمكن تحديد الكمية باستخدام المدخل المحاسبى، أى الأخذ فى الاعتبار .

مخزون آخر المدة وكذلك مخزون أول المدة .

وذلك باستخدام المعادلة التالية :

$$\frac{\text{المبيعات + مخزون آخر المدة – مخزون أول المدة}}{\text{الفترة الزمنية}}$$

$$\frac{\text{ن + د٢ + د١}}{\text{ن}}$$

مثال :

يقوم مصنع بإنتاج سلعة معينة، وكان حجم المبيعات المتوقع خلال الفترة القادمة (شهر مثلا) هو ١٠٠,٠٠٠ وحدة وكان رصيد أول المدة من هذه السلعة هو ٦٠,٠٠٠ وحدة ورصيد أخر المدة الواجب الاحتفاظ به هو ٨٠,٠٠٠ وحدة مع العلم بأن الفترة الإنتاجية تنقسم إلى ٤ فترات، والمطلوب تحديد الكمية المطلوب إنتاجها فى كل فترة .

الحل :

$$\frac{\text{١٠٠,٠٠٠ + ٨٠,٠٠٠٠ - ٦٠,٠٠٠}}{\text{٤}} = \frac{\text{١٢٠٠٠٠}}{\text{٤}} = \text{٣٠٠٠٠ وحدة}$$

الفصل الخامس

اختيار الموقع

- عوامل اختيار الموقع .
- العوامل الكمية والذاتية لاختيار موقع العمل.
- تقييم العوامل الكمية والذاتية الاختيار موقع العمل .
- اختيار الموقع باستخدام نموذج التعادل .
- اختيار الموقع (٢) تعدد المواقع .
- أمثلة محلولة .

الفصل الخامس
اختيار الموقع

يعتبر تحديد واختيار الموقع من أهم الموضوعات التى شغلت تفكير المهتمين بالإنتاج، فقد بذلت جهود عديدة فى هذا المجال حتى يمكن التوصل إلى نظرية عامة تكون أساسا لاختيار العوامل الرئيسية التى يسترشد بها رجال الأعمال عند اختيارهم لمواقع منظماتهم، ورغم هذا لم تصل هذه الجهود إلى وضع نظرية للتوطن يقبلها المشتغلون بالنشاط الإنتاجى قبولا عاما.

وتأتى صعوبة استخدام قواعد عامة للتوطن الإنتاجى من أن توطن الإنتاج يكون غالبا نتيجة لتوازن عدة عوامل بحيث نجد أن عاملا أو مجموعة عوامل هى الأقوى بالنسبة لنشاط معين أو فى وقت معين أو مكان معين، بينما عاملا أخر هو الأقوى بالنسبة لنشاط أخر أو وقت أخر أو مكان أخر، فقيام النشاط فى منطقة من المناطق إنما يمثل ترجيج لمجموعة من العوامل على مجموعة أخرى.

أن الاتجاه الغالب الذى يسود بين الباحثين فى موضوع تحديد العوامل الأساسية لاختيار مواقع العمل هو القيام بمعالجة العوامل التى أدت إلى جذب الصناعة إلى منطقة ما لأسباب شخصية أو تاريخية .

والواقع أن رجال الصناعة والمنظمين وأصحاب الأعمال عند اختيارهم للموقع المعين يتأثرون بعوامل عديدة محيطة بهم، ولكن عندما يميلون نحو الاسترشاد بالهدف الرئيسى من إقامة منظماتهم ورغم هذا نجد أنهم فى بعض الأحيان يتنازلون عن بعض هذه الأهداف للاستفادة بأهداف أخرى، وعلى هذا يمكن إنه إذا توافرت لدى رجل الأعمال حرية اختيار الموقع فإنه سوف يتأثر بناحيتين :

١- الهدف من إنشاء المنظمة وغالبا ما يكون الهدف هو تحقيق أقصى قدر من الربح .

٢- عوامل أخرى عامة أو خاصة، تدفع رجل الأعمال إلى التخلى عن هدفه، بحيث يفضل إقامة فى غير المكان الاقتصادى المناسب لها .

أن صعوبة الوصول إلى الأسباب الحقيقة التى دفعت رجال الأعمال لاختيار المواقع الحالية لصناعاتهم، ترجع إلى عدة أسباب هى :

أ - أن اختيار الموقع فى الماضى لم يكن بناء على دراسة تفصيلية لترجيح بعض المواقع على بعضها الآخر .

ب- أن القرار النهائى بعدد من الاعتبارات الشخصية.

ج- عدم توافر المعلومات الكافية القرار السليم لاختيار الموقع .

ومما يجدر ذكره أن العوامل التى كانت تعد فى الماضى عوامل هامة لجذب الصناعة إلى مكان معين، ليست اليوم قادرة على جذب الصناعات إلى نفس المكان، كما وأن العوامل التى تجذب الصناعة اليوم إلى منطقة ما، قد لا تكون ذات أهمية فى المستقبل، ولعل هذا يرجع إلى التغير الذى يؤثر على العديد من جوانب الحياة الإنسانية وكذلك التطور التكنولوجى والعلمى وما يصاحبهما من ارتفاع مستويات المعيشة وتغيير الإنسان إلى احتياجاته ومطالبة .

لقد أصبح واضحا أن الدول تلعب فى هذه الأيام دورا كبيرا فى توجيه الصناعات إلى المناطق المختلفة فالدولة فى تقوم بنفسها بإنشاء الصناعات واختيار البيئة الإنتاجية طبقا للأسس والعوامل التى تحددها، كما يمكنها عن طريق سن القوانين والتشريعات، واستخدام سلطتها السيادية، وبالإيحاء إلى البنوك والمؤسسات المالية لتمويل بعض المشروعات وغير ذلك، يمكنها أن توجه الصناعات إلى المناطق التى تريدها.

عوامل اختيار الموقع

نوجد عدة تقسيمات فى كتب إدارة الإنتاج حول عوامل التوطن الصناعى نذكر ما فيما يلى :

أ – المادة الخام :

من الطبيعى أن تستجيب الصناعة إلى المناطق التى تتوافر فيها المادة الخام الرئيسية التى تستخدمها، ولكن تختلف الصناعات الحديثة اختلافا كبيرا فى درجة الاستجابة، فالصناعة التى تعتمد على كميات كبيرة من المادة الخام المنخفضة القيمة بالنسبة لحجمها مثل صناعة الأسمنت وصناعة الأسمدة وصناعة الحديد، مثل هذه الصناعات تفضل توطنها بالقرب من مناطق المواد الخام، ويرجع السبب فى ذلك إلى أن المادة الخام المستخدمة ينخفض وزنها كثيرا بعد تصنيعها .

وتتصف الصناعة التى تتأثر بتوافر المادة الخام بالخصائص الآتية :

١– أن الأهمية النسبية للمادة الخام إلى العمال تكون مرتفعة .

٢– أن نسبة تكاليف العمل إلى التكاليف الكلية تكون منخفضة .

٣– أن القيمة النسبية للمادة الخام منخفضة بالنسبة لوزنها.

وعادة ما تمثل تكلفة المواد نسبة كبيرة من مجموع تكلفة الإنتاج تفوق نسبة تكاليف عنصر العمل وتكلفة الخدمات الصناعية الأخرى من وقود وقوى محركة وإضاءة. لذلك فمن الطبيعى أن تلعب المواد الخام دورا هاما ومؤثرا فى توطن الصناعة وأن اختلفت درجة الأهمية هذه من صناعة لآخرى على حسب طبيعة الصناعة وأهمية المواد الخام بالنسبة لها، وتتوقف أهمية تكلفة المواد الخام – عند دراسة العناصر المحددة لموقع المصنع – على نسبة نفقات نقل المواد الأولية، ولهذا السبب فإن تطور وسائل النقل سواء البرى أو المائى أو بالسكك الحديدية له أثره فى تخفيض أهمية عامل تكلفة نقل المواد الخام للصناعة عامة باستثناء الصناعة التى تعتمد على كميات كبيرة من المواد الخام

أو حيث تكون الخامات ضخمة أو ثقيلة ومن أمثلة هذه الصناعات مصانع السكر القريبة من مزارع القصب، ومصانع حلج وكبس القطن القريبة من مزارعه، والصناعات الحديدية وصناعة الأسمنت والزجاج التى تتوطن بالقرب من مصادر الخامات حيث تحتاج إلى كميات كبيرة منها.

ب) الأيدى العاملة :

وهو ذلك الجزء من السكان الذى يستطيع أن يشارك بمجهود العضلى أو الذهنى فى النشاط الاقتصادى ويعتبر وفرة هذا الجزء من السكان من أهم العوامل التى تؤثر فى توطن الصناعة خاصة فى الدول النامية، والواقع أن سياسية التصنيع فى هذه الدول تسعى نحو إنشاء الصناعات فى المناطق التى تعانى من البطالة .

ولكن التأثير الاقتصادى لتوافر القوى العاملة يعود إلى التكاليف، إذ أن الحاجة إلى نوعية معينة من العمال يجذب أنواعا معينة من الصناعة إلى المناطق التى يتواجد فيها الإعداد اللازمة من العمال بمستوى المهارة المطلوبة وعند مستويات الأجور اللازمة ومن أمثلة المنظمات التى تعتمد على القوة العاملة صناعة تعبئة الخضر والفاكهة حيث تحتاج مثل هذه المنظمات إلى قوة عاملة موسمية كبيرة .

ج- الأسواق :

أن القرب من الأسواق يعد عاملا أساسيا يؤثر على نجاح الصناعة، فلابد للصناعة أن تقوم بتصريف إنتاجها، سواء أكان هذا التصريف فى الأسواق الداخلية للمستهلك المحلى، أم كان التصريف للأسواق الخارجية عن طريق التصدير، فالسلع والخدمات يتم إنتاجها بغرض تسويقها، فإذا توافرت كل الظروف الملائمة للإنتاج ولم تستطع المنظمة تصريف منتجاتها فليس من المحتمل أن تتمكن من الاستمرار فى نشاطها.

وبعض المنظمات لها أسواق محلية والبعض الآخر له أسواقا دولية، وتختلف الأسواق من ناحية عدد السكان وقوتهم الشرائية ومستوى دخولهم وثقافتهم والعادات التى يتأثرون بها ومن الصناعات التى ترتبط ارتباطا وثيقا بأسواقها ما يأتى :

١- المنظمات التى تتعامل فى المنتجات التى تتلف سريعا .

٢- المنظمات التى تنتج سلعا يزيد وزنها وحجمها بعد تصنيعها .

وقد تختلف أسواق السلع الزراعية عن أسواق الكثير من السلع الصناعية، كما يختلف معدل الاستهلاك من مكان إلى آخر، كما تختلف الأسواق كذلك باختلاف طبيعة الصناعة إذ أنه كلما كانت الصناعة شديدة التعقيد كلما كانت مجالات التسويق أكثر ضيقا، فصناعة الآلات المحركة، وصناعة الآلات الصناعية مثلا لا يمكن أن تكون أسواقها بنفس اتساع أسواق صناعة المنسوجات الأحذية التى تنخفض فيها نسبيا وحدة الإنتاج وتحتاج إلى كثافة سكانية كبيرة .

والسلع البسيطة فى صناعتها عادة ما تكون من السلع الضرورية التى تجعل المستهلك يلح فى البحث عنها، مما يجعل مشكلة التسويق بالنسبة لها علية بسيطة كما يجعل فى الإمكان صناعتها فى أى مكان، مادام هناك عدد معقول من السكان على استعداد لاستهلاكها، وما دامت الظروف مواتية لتسويقها، ولكن السلع المعقدة عادة ما يمثل تصريفها مشكلة بالنسبة للمنتجين، خاصة وأنها ليست سلعا استهلاكية استبدالها من وقت لأخر، ولذلك فغاليا ما تعتمد صناعتها على تحسين أشكالها أو زيادة طاقتها أو تغير حجمها لاعتماد هذه الصناعة اعتماد تام على سوق ضيقة إلى حد كبير .

د) رأس المال :

تستخدم المنظمات الحديثة آلات ومحركات مرتفعة التكلفة ومثل هذه الآلات، وكذلك قيمة الأرض والمبانى والإنشاءات الأخرى، وتكلفة الوقود والمواد الخام وأجور العمال كلها تتطلب توافر قدرا كبيرا من رأس المال السائل، ومعنى ذلك ضرورة أن يتوافر رأس المال للإنشاءات الجديدة والنفقات الجارية ويتراكم رأس المال عن طريق الادخار، والادخار ينتج عن الفرق بين مجموع الدخل ومجموعة الإنفاق أو الفرق بين مجموع الإنفاق أو الفرق بين مجموع الإنتاج ومجموع الاستهلاك ويمكن تحقيق هذا الادخار بزيادة الإنتاج أو تخفيض معدلات الاستهلاك أو بالاثنين معا، وعلى كل حال فلابد من توافر رأس المال للاستثمار فى الصناعة. وهناك تداخل واتصال وثيق بين الدخل والاستثمار فى الصناعة، فكلما زاد الدخل كلما زادت القدرة على الادخار وتزايد رأس المال المستثمر فى الصناعة سواء من ناحية الكمية المطلوبة أو من ناحية النوع، ومن ناحية أخرى كلما زاد رأس المال المستثمر فى الصناعة وغيرها من المشروعات الإنتاجية كلما زاد الادخار وساعد على زيادة رأس المال.

أن توافر رأس المال كان له أثر كبير على توطن الصناعة فى الماضى، حيث كان يستخدم بواسطة الدول كأداة من أدوات التأثير على توطن الصناعة فى مناطق معينة، ولكن رأس المال لا يرتبط عادة بمناطق معينة ويمكن له التحرك من مكان إلى أخر سعيا وراء العائد المجرى ومع هذا فهناك بعض الشواهد التى تجذب الصناعة إلى المناطق التى تستطيع فيها أن تكون قريبة من الأوعية الادخارية الأولية، فالمعروف أن سكان المدة يميلون إلى استثمار أموالهم فى الصناعة بصورة تزيد عن سكان الريف. وقد يكون من المناسب إقامة المشروعات فى المناطق التى يمكن لأصحابها الحقيقيين مساندتها فى وقت الحاجة، لذلك تفضل بعض المنظمات التواجد قريبا من مراكز الاستثمار وتجمع رؤوس الأموال .

هـ) الوقود والقوى المحركة :

تعتبر موارد الطاقة الحرارية والقوى المحركة عصب الصناعات التحويلية الحديثة فالكثير من الصناعات تقوم أساسا على استغلال قوى البخار فى إدارة الآلات وتختلف حاجة الصناعات التحويلية من موارد الطاقة تبعا لتوفير هذه الموارد وتبعا لتكاليف استغلالها وتبعا لحاجة الصناعات نفسها، ففى بعض الصناعات حيث تصهر المعادن والخامات الأساسية يتزايد الطلب على الطاقة الحرارية، أما فى بعضها الآخر – كصناعة النسيج – فالقوى المحركة ليست على نفس درجة الأهمية، وفى بعضها الثالث – كصناعة الأسمدة الأزوتية والألمنيوم – يتزايد الطلب على الكهرباء لعمليات التحليل الكهربائى، ولاشك أن التطور الفنى قد ساعد على الإقلال من كميات الوقود اللازمة، كما أمكن إحلال مادة محل أخرى، وبالرغم من ذلك فإن الوقود والقوى المحركة مازالت تمثلا عاملا هاما فى اختيار موقع العمل للكثير من المنظمات.

و) العوامل الاستراتيجية :

أصبحت الآن الاعتبارات السياسية والعسكرية لها دورها وأهميتها فى تحديد مواطن الصناعات، وخاصة الحيوية منها مثل صناعات الكيماويات والسيارات والطائرات .

ففى الظروف التى يشهد فيها العالم التكتلات السياسية والاقتصادية يكون من الواجب أخذ الاعتبارات الاستراتيجية فى الحسبان عند اختيار مواقع الصناعة .

وبصفة عامة تتطلب الاعتبارات السياسية والعسكرية ضرورة توزيع الصناعات الحيوية على مناطق بعيدة، أى تشتيت الصناعات الأساسية وعدم تركزها .

ز) العوامل الاجتماعية :

هـناك مجمـوعة مـن المـنظمات التـى تحـددت مـواقعها وفقـا للعوامل الاجتماعـية مـثل مـستويات المعيـشة لسكان المناطق الفقيرة، وتشغيل أكبر عدد ممكـن من العمال، وتصنيع مناطق الإصلاح الزراعى والتى بها إنتاج حيوانى أو صـناعة الألـبان، ومـن المـنظمات التـى استهدف رفع مستويات المعيشة لسكان المـناطق الفقـيرة مـشروعات تجفيف وتصنيع البلح وصناعة حفظ الزيتون وإنتاج الموالح والسجاد وكذلك مصانع غزل الصوف الرفيع والتريكو .

وهـناك خدمات اجتماعية من شأنها المساعدة على ربط العمال بالمنطقة الصناعة وزيادة ولائهم لها منها :

أ – توفير السكن الصحى المناسب .

ب– توفير الأندية ودور السينما ووسائل الترفيه .

ج– توفير دور العلم والمدارس .

د – توفير المستشفيات والعلاج الطبى للعاملين وأسرهم.

العوامل الكمية والذاتية لاختيار موقع العمل :

يمكـن أن نـستخلص مـن التقـسيمات الـسابقة عددا من العوامل الكمية وعددا من العوامل الذاتية تستخدم لاختيار الموقع وهى :

١- عوامل المكان .

٢- عوامل التكلفة .

٣- عوامل الخدمة .

٤- عوامل الموارد .

٥- عوامل أخرى.

أولا : عوامل المكان :

وتتضمن المجموعة الأولى القرب أو البعد عن الأسواق، فقرب الموقع من الأسـواق التـى تـتعامل معهـا المـنظمة يـساعد علـى إعطـاء المستهلكين خدمات

أفضل، وعلى تخفيض تكاليف نقل السلع والخدمات ويتوقف تأثير عامل الأسواق على درجة تركز أو تشتت المستهلكين فالمنظمة التى يتركز عملائها فى مكان واحد، قد نجد من المناسب تركيز عملياتها فى موقع واحد، أما المنظمات التى يشتت عملاؤها فى مناطق عديدة، فقد تجد من الضرورى اختيار أكثر من موقع واحد لعملياتها الصناعية .

كما تتضمن هذه المجموعة القرب أو البعد من الصناعة المرتبطة بها بعض المنظمات تعتمد فى عملياتها الصناعية على إنتاج غيرها من المنظمات مثل صناعة الحديد ومناجم الفحم أو صناعة الحديد وصناعة السيارات – فاختيار الموقع قريبا من الصناعات الأخرى يسمح لها بتخفيض تكاليف نقل مستلزمات الإنتاج أو قطع الغيار أو الاستفادة من الوقورات النسبية التى تتمتع بها هذه الصناعة.

كما ترى بعض المنظمات اختيار مواقع الإنتاج الجديدة بالقرب من المواقع القديمة، لأن هذا اختيار يسمح بتسهيل التبادل بينها ويساعد على أحكام عملية الإشراف ويخفض من تكاليف النقل.

كما تتضمن عوامل المكان تجنب الكوارث الطبيعية وغير الطبيعية، فمن الأمور ذات الأهمية اختيار الموقع بعيدا عن مناطق الفيضانات أو الهزات الأرضية أو العواصف الطبيعية، وفى الصناعات الحربية أو الصناعات الخطرة تقد يكون من الضرورى اختيار موقع المصنع بعيدا عن التجمعات السكانية أو المدن أو الصناعات الأحرى حتى لا تتعرض هذه المناطق وهذه الصناعات إلى مخاطر التدمير أو التلوث .

كما تتضمن هذه المجموعة صلاحية الأرض، فبعض الأراضى قد لا تكون صالحة لإقامة المبانى أو لا تتحمل الآلات، خاصة تلك التى تصدر اهتزازات أثناء تشغيلها، وبعض الأراضى قد تحتاج إلى أساسات عميقة بسبب وجودها فوق ارتفاع منسوب المياه، أو لقربها من مجارى المياه .

ثانيا : عوامل التكلفة :

أن أول هذه العوامل هو تكلفة المرافق، فقد يكون من الضرورى توفير مصادر للمياه أو شبكات الصرف الصحى أو الطرق ففى صناعة مثل صناعة الورق، والمطاط، لابد من احتساب تكلفة توفير المياه التى تستخدم مباشرة فى عملياتها الصناعية، فإذا لم تكن مصادر المياه متوافرة مثل الأنهار أو البحار فلابد فى هذه الحالة من احتساب تكلفة إقامة مثل هذه المرافق، وقد تحتاج المنظمة إلى شبكة للصرف الصحى كما هو الحال فى شركات الكيماويات والورق والأدوية، لأن هذه الصناعات تواجه مشكلة التخلص من المخلفات الناتجة من العمليات الصناعية، ويدخل فى حساب هذه التكلفة تكلفة إنشاء الطرق التى تستخدمها، والتى تساعد على نقل المواد الخام إلى المصنع، ونقل المنتجات النهائية إلى الأسواق، كما أن وجود هذه الطرق يساعد على توفير المواصلات المنتظمة للقوة العاملة .

أن العامل الثانى فى هذه المجموعة هو تكاليف الإنشاءات والمبانى وتتوقف هذه التكلفة على المبانى والمساحة والارتفاع المطلوبة لإقامة المصنع، وعلى طبيعة الأرض — زراعية أو صحراوية — ومستواها بالنسبة لسطح البحر، والعمق المطلوب للأساس، ومواقع المعدات والتحمل المنتظر على الأرض، ونظام توزيع الكهرباء والماء والصرف والبخار والإضاءة والتهوية والتكييف والترطيب .. الخ .

والعامل الثالث فى هذه المجموعة هو تكلفة الطاقة، فالطاقة أصبحت من المستلزمات الرئيسية لجميع المنظمات فى الوقت الحاضر، ويتوقف اختيار الموقع على تكلفة شبكة الكهرباء اللازمة لإدارة الآلات والمحركات وتتزايد هذه التكلفة فى الصناعة التى تكون بعيدة عن الشبكة الرئيسية للكهرباء، ففى هذه الحالة قد تحتاج إلى إقامة لتوليد الكهرباء تزودها بالطاقة اللازمة، وحتى الضرورى إنشاء وحدة خاصة بها لاستخدامها فى حالة الطوارئ، وتظهر أهمية

وجود هذه الوحدة فى الصناعات التى تتعرض لمشاكل تجمد المواد أثناء تشغيلها مصل صناعة الحرير الصناعة والبلاستيك ومشتقاته .

. أن العامل الرابع فى هذه المجموعة هو الضرائب التى تفرضها الحكومة ففى بعض الدول كالولايات المتحدة تختلف فئات الضرائب بين الولايات وتمثل عنصرا هاما فى تكاليف اختيار الموقع، وفى الوقت الحاضر تزايدت أهمية هذا العامل بسبب اختلاف الضرائب بين الدول، إذ تلجأ بعض الشركات المتعددة الجنسية إلى اختيار مواقعها فى تلك الدول التى تقدم إعفاءات ضريبية كوسيلة من وسائل جذب رأس المال الأجنبى إليها.

ثالثا : عوامل الموارد :

أن العامل الأولى فى هذه المجموعة هو القوة العاملة، فمن الضرورى أن يلقى توافر القوة العاملة أهمية خاصة عند اختيار الموقع، فبعض المناطق تتوافر فيها القوة العاملة المدربة، بينما البعض الآخر يفتقر إلى وجود العدد الكافى من العمال المدربين على عمليات الإنتاج، وقد يمكن التغلب على هذه المشكلة باتباع أساليب التدريب لتأهيل العمال لتنفق قدراتهم مع عمليات المنطقة، وفى هذه الحالة لابد أن تؤخذ فى الاعتبار تكاليف هذا التدريب عند المقارنة بين المناطق المختلفة، كما يجب القيام بدراسة سوق العمل للتأكد من توافر الأفراد فى المستقبل عندما تتوسع المنظمة .

ويعتبر مستويات الأجور عاملا هاما فى اختيار الموقع، لأن بعض المناطق تتميز ببعض الميزات الاجتماعية، والإسكانية، والطبيعة، والبعض الآخر يفتقر إلى وجود مثل هذه الميزات مما يجعل الحياة فيها غير مناسبة ويؤثر بالتالى على القوة العاملة.

أن تحديد مستويات جذابة للأجور، لابد أن يرتبط بتكاليف المعيشة فى المدن تختف عن تكاليف المعيشة فى الريف، لذلك نجد أن الاتجاه نحو اختيار مواقع الصناعة فى المناطق الريفية ، وذلك للاستفادة من انخفاض

تكاليف العمل، كما ترى بعض المنظمات اختيار مواقعها بعيدا عن المناطق التى بهـا اتحادات عمال قوية، لما لذلك من أثر على العلاقات الصناعية بين الإدارة والعمال.

أن العامـل الثانـى فـى هـذه المجموعة هو المواد الأولية التى تحتاجها العمليات التشغيلية، إذ تفضل بعض المنظمات اختيار مواقعها قريبة من مصادر المواد الأولية خاصة إذا كانت هذه المواد سريعة التلف، مثل تغليب الخضروات والفواكة واللحوم ومنتجات الألبان، أو إذا كانت نفقات نقلها كبيرة بالنسبة لحجمهـا مـثل صناعة الحديـد أو الفحم، أو إذا كانت المواد الأولية تفقد جزءا كـبيرا مـن وزنهـا، أن المنظمة التى تستخدم مادة أولية واحدة، تجد أن العامل يمثل أهمية كبيرة لديها، لذلك يمكنها اختيار موقعها بسهولة، إما إذا تعددت المـواد الأولـية، فلابد من تحديد الأهمية النسبية لكل نوع، واختيار الموقع وفقا للأهمية النسبية لكل منها .

رابعا : العوامل الأخرى :

وهى تتضمن ما يأتى :

١- الخدمات الثقافية .

٢- الخدمات الحكومية.

٣- الخدمات الإسكانية .

٤- الأسواق التجارية .

٥- الخدمات الدينية.

وبعـض هـذه العـوامل يمكـن تقيـيمها علـى أسـاس الـتكلفة أو جدواها الاقتـصادية، والـبعض الآخـر يخـضع للتقديـر الحكمـى أو الذاتـى مثل عوامل الخدمة، والعوامل (الخدمات الإسكانية، الثقافية، الحكومية، الدينية وغيرها)

تقييم العوامل الكمية والذاتية لاختيار موقع العمل :

يعتبر تقييم العوامل الكمية والذاتية لاختيار الموقع من الإجراءات البالغة الأهمية، لأن الكثير من العوامل الهامة غير قابلة للقياس الكمى، وحتى عندما تتوافر المقاييس الدقيقة، فإن بعض العوامل الهامة، لابد من ترتيبها بطريقة ذاتية لتحديد تأثيرها على القرار النهائى باختيار الموقع، والإجراءات العامة للتقييم العوامل الكمية والذاتية تتم على النحو التالى :

١- تحديد العوامل التى يجب دراستها، مع تحديد تلك التى يجب توافرها بالكامل فمثلا، الصناعة التى تعتمد على توافر المياه، لا يمكنها دراسة موقع يعانى من مصادر المياه، مهما كانت جاذبية هذا الموقع، فالموقع الذى لا يفى بعامل جوهرى مثل المياه أو المرافق لابد من استبعاده فورا .

٢- تجميع المعلومات عن كل العوامل التى يمكن التعبير عنها كميا، وتحديد مقياس كمى لكل موقع.

٣- تطبيق القوانين الثلاثة التالية :

القانون الكمى : $م\,[ت \times مجـ \frac{1}{ت_{ن}}]^{-1}$

حيث :

م = المقياس الكمى.

ت = تكاليف الموقع .

ن = عدد المواقع .

القانون الثانى :

المقياس الذاتى $ذ = مجـ\,(أ\,ك \,.\, س_{ىك})$

حيث ك

ذ = العامل الذاتى .

أ ك = أهمية العامل .

$س_{ىك}$ = أهمية العامل فى الموقع .

القانون الثالث :

المقياس الكلى : ع = م√‾ + ذ (١ - √‾)

حيث :

√‾ = النسبة المئوية لأهمية العوامل الذاتية أو الكمية .

معنى أن √‾ دائما =١

ويمكن توضح ذلك تطبيق هذه الخطوات على مثال مفترض لثلاثة مواقع لكل منها أربعة عوامل هى :

١- الإنشاءات .

٢- الطاقة .

٣- المرافق .

٤- الضرائب .

مثال (١) :

ترغب أحدى الشركات الصناعية فى اختيار موقعا لإقامة وحدة جديدة وقد واجهت إدارة الشركة مشكلة الاختيار من بين ثلاثة مواقع بيانات كل منهم على النحو التالى :

المواقع	الإنشاءات	الطاقة	المرافق	الضرائب	المجموع
١	٢٤٨	١٨١	٧٤	١٦	٥١٩
٢	٢١١	٢٠٢	٨٢	٨	٥٠٣
٣	٢٣٠	١٦٥	٩٠	٢١	٥٠٦

والمطلوب :

ترتيب هذه المواقع باستخدام المقياس الكمى معتمدا على عناصر التكاليف.

الحل :

أولا مجـ $\frac{١}{ت ن}$ = $\frac{١}{٥١٩}$ + $\frac{١}{٥٠٣}$ + $\frac{١}{٥٠٦}$ = ٠,٠٠٥٨٩١

ثانيا :

المقياس الكمى لموقع (١) = (٠٠٥٨٩١ × ٥١٩)$^{-1}$ أى : $\frac{١}{٣,٥٧٤٢٩}$ = ٠,٣٢٧١

المقياس الكمى لموقع (٢) = (٠٠٥٨٩١ × ٥٠٣)$^{-1}$ أى : $\frac{١}{٢,٩٦٣١٧٣}$ = ٠,٣٣٧٤

المقياس الكمى لموقع (٣) = (٠٠٥٨٩١ × ٥٠٦)$^{-1}$ أى : $\frac{١}{٢,٩٨٠٨٤٦}$ = $\frac{٠,٣٣٥٥}{١,٠٠٠٠}$

ولكـن مـن النادر أن تعتمد المقارنة على العوامل الكمية فقط، ولهذا إذا وجـدت عـوامل ذاتـية، فـإن الوصـول إلى الاختـيار السليم يمكن شرحه بالمثال التالى:

مثال (٢) :

تـواجه أحـدى الشركات مشكلة اختيار الموقع من بين ثلاثة مواقع هى (١، ٢، ٣) وتتوافـر مل وحدة منها درجات مختلفة من الخدمات : الحكومية والإسـكانية والتعليمـية ويركـز لهـا (أ ، ب ، جـ) وتعطـى الإدارة الخـدمات الحكومية أهمية خاصة بسبب كثرة التعامل مع بعض أجهزة الرقابة القياسية، ولكـنها أيضا تحـتاج إلى الخدمات إلى الخدمات الإسكانية، ولكن احتياجاتها للخدمات الإسكانية والتعليمية متساوية.

وتتوافر الخدمات الحكومية فى الموقع (١)، (٣) فقط ولكنها تتوافر فى الموقع (٣) بصورة أكبر من الموقع (١) .

وتتوافر الخدمات الإسكانية فى الموقع (٢)، (٣) فقط ولكنها تتوافر فى الموقع (٢) بصورة أكبر من الموقع (٣) .

وتتوافـر الخدمات التعليمية فى جميع المواقع، ولكن درجة توافرها فى موقـع (٣) بـصورة أكـبر من مواقع (١)، (٢) كما وأنها متوافرة بنسب متساوية فى الموقع (١)، (٢) .

والمطلوب ترتيب المواقع وفقا لدرجة تمتعها بهذه الخدمات .

الحل :

يتم الوصول إلى الحل على خطوتين :

الأولى : مقارنة أهمية العوامل مع بعضها البعض .

والثانية : مقارنة أهمية المواقع مع بعضها البعض بالنسبة لكل عامل على حدة

ففى المثال : لدينا ثلاثة عوامل ذاتية هى :

الخدمات الحكومية . – الخدمات الإسكانية . –الخدمات التعليمية .

المطلوب : ترتيب المواقع وفقا لتقديرات الإدارة الذاتية .

الحل :

أولا : نرمز لكل واحدة من العوامل بالرموز أ، ب، جـ ونقوم بترتيب العوامل وفقا لأهميتها النسبية مع بعضها.

	العوامل	القرارات ١	٢	٣	مجموع	الترتيب
الخدمات الحكومية	أ	١	١		٢	٠,٥٠
الخدمات الإسكانية	ب	صفر	–	١	١	٠,٢٥
الخدمات التعليمية	ج	–	صفر	١	$\frac{١}{٤}$	٠,٢٥

ثانيا: نقوم بمقارنة أهمية المواقع بالنسبة لكل عامل من العوامل على حدة العامل

أ – (الخدمات الحكومية) .

المواقع	القرارات ١	٢	٣	مجموع	الترتيب
١	١	صفر	–	١	٠,٣٣
٢	صفر	–	صفر	صفر	صفر
٣	–	١	١	$\frac{٢}{٣}$	٠,٦٧

العامل ب – الخدمات الإسكانية

المواقع	القرارات ١	٢	٣	مجموع	الترتيب
١	١	صفر	–	صفر	صفر
٢	صفر	–	١	٢	٠,٦٧
٣	–	١	صفر	١/٣	٠,٣٣

العامل ج – الخدمات التعليمية

المواقع	القرارات ١	٢	٣	مجموع	الترتيب
١	١	صفر	–	١	٠,٢٥
٢	١	–	صفر	١	٠,٢٥
٣	–	١	٢	٢/٤	٠,٥٠

ملخص

	المواقع	القرارات ١	٢	٣	الأهمية
الحكومية	أ	٠,٣٣	صفر	٠,٦٧	٠,٥٠
الإسكانية	ب	صفر	٠,٦٧	٠٣٣.	٠,٢٥
التعليمية	ج	٠,٢٥	٠,٢٥	٠,٥٠٠	٠,٠٢٥

التقدير الذاتى للمواقع (١) : (٠,٣٣) (٠,٥٠) + (صفر)

(٠,٢٥) + (٠,٢٥) (٠,٢٥) = ٠,٢٢٧٥

التقدير الذاتى للموقع (٢) = (صفر) (٠,٥٠) + (٠,٦٧)

(٠,٢٥) + (٠,٢٥) (٠,٢٥) ٠,٢٣٠٠

التقدير الذاتى للموقع (٣) = (٠,٦٧) (٠,٥٠) + (٠,٣٣)

(٠,٢٥) + (٠,٥٠) (٠,٢٥) = ٠,٥٤٢٥

١,٠٠٠

أما إذا أردنا الدقة فلابد من تحديد أهمية كل من العوامل الكمية والعوامل الذاتية، ويتطلب ذلك تحديد نسبة لكل منهما وذلك وفقا للمثال التالى :

مثال (٣) :

تحتاج شركة النصر إلى اختيار موقعا لإقامة إحدى الوحدات الإنتاجية من بين ثلاثة مواقع، وقد قام خبراء الشركة بدراسة البيانات المتاحة لتقدير العوامل الكمية وغير الكمية للمواقع الثلاثة على النحو التالى :

المواقع	تقدير كمى	تقدير ذاتى
١	٠,٣٢٧١	٠,٢٢٧٥
٢	٠,٣٣٧٤	٠,٣٢٠٠
٣	٠,٣٣٥٥	٠,٥٤٢٥

فإذا كانت إدارة الشركة تعطى أهمية مضاعفة للعوامل الكمية على العوامل الذاتية أى (٢ : ١) فالمطلوب ترتيب المواقع وفقا لأهميتها :

لاحظ أن :

٦	١- ٦	مجموع
١٠٠	صفر	= ١٠٠
٩٠	١٠	= ١٠٠
٨٠	٢٠	= ١٠٠
٦٠	٤٠	= ١٠٠
٦٧	٣٣	= ١٠٠
٥٠	٥٠	= ١٠٠
٢٥	٧٥	= ١٠٠
صفر	١٠٠	= ١٠٠

الحل :

نقوم بتطبيق القانون التالى :

ع = م ٦ + ذ (١ - ٦)

وذلك على النحو التالى :

(١) $ع_١$ = (٠,٦٧ × ٠,٣٢٧١) + (٠,٣٣ × ٠,٢٢٧٥) = ٠,٢٩٤٢

(٢) $ع_٢$ = (٠,٦٧ × ٠,٣٣٧٤) + (٠,٣٣ × ٠,٢٣٠٠) = ٠,٣٠٢٠

(٣) $ع_٣$ = (٠,٦٧ × ٠,٣٣٥٥) + (٠,٣٣ × ٠,٥٤٢٥) = ٠,٤٠٣٨

١,٠٠٠٠

وهكذا نجد أن الموقع (٣) هو أفضل المواقع .

اختيار المواقع باستخدام نموذج التعادل

تواجه الإدارة عادة مشكلة اختلاف عناصر التكاليف للمواقع المختلفة فكل موقع يكون له تكلفة تشغيل مختلفة عن الآخر، أما بسبب ارتفاع تكاليف النقل أو الإنشاءات أو المرافق.. الخ، ولهذا فإن التكاليف إنتاج الوحدة التى تتغير مع الكمية (الإنتاج) لن تكون واحدة لكل المواقع عند حجم من الإنتاج المعين وهذا يعنى أن لكل حجم من الإنتاج يوجد دائما موقعا اقتصاديا هو أفضل المواقع لكل منظمة وكذلك كميات من الإنتاج تبرر اقتصاديا التحول من موقع إلى آخر يطلق عليها نقط تعادل الموقع والمثال التالى يبين كيف يمكن تحديد هذه النقط :

مثال : نفرض أن أحدى المنظمات الصناعية يمكنها أن نختار بين ثلاثة مواقع مختلفة هى : $م^١$، $م^٢$، $م^٣$ وأن الإدارة ترغب فى تحديد حجم الإنتاج الذى عنده تكون الإدارة قد استخدمت كل موقع استخداما اقتصاديا وقد تمكنت الإدارة من تحليل تكاليف المواقع الثلاثة وكانت كالآتى :

رقم الموقع	التكاليف الثابتة بالآلاف	التكاليف المتغيرة للوحدة
م١	٨	٠,٢٥
م٢	٤٠	٠,١٥
م٣	٨٠	٠,٠٧

وقد أظهر التحليل أن التكاليف الثابتة معظمها تكاليف إنشاءات ومرافق، وضرائب، أى أن المنشآت تتحملها مرة واحدة لفترة التشغيل بصرف النظر عن حجم الإنتاج، أما التكاليف المتغيرة فهى تكلفة تشغيل مباشرة والتى تتغيز مع الحجم .

وهنا يمكن استخدام معادلة بسيطة لتحديد علاقة حجم الإنتاج بتكاليف المواقع وهذه المعادلة هى :

ت ك = ت ث + (ث م × ج)

حيث : ج = حجم الإنتاج

ت ك = تكاليف كلية .

ت ث = تكاليف ثابتة .

ث م = تكاليف متغيرة .

وباستخدام هذه المعادلة يمكن تحديد العلاقة بين الحجم والتكاليف لكل موقع على النحو التالى .

موقع م١ ت ك = ٨ + ٠,٢٥ج

موقع م٢ ت ك = ٤٠ + ٠,١٥ج

موقع م٣ ت ك = ٨٠ + ٠,٠٧ج

ولكى نحصل على نقطة تعادل كل مواقع، لابد من معادلة كل موقعين معا، لكى نحصل على الحجم؛ الذى تمثله قيمة ج .

م١ ، م٢

٨ + ٠,٢٥ ج =٤٠ + ٠,١٥ج

ج = ٣٢٠ وحدة .

م١ ، م٣

٨ + ٠,٢٥ ج =٨٠ + ٠,٠٧ج

ج = ٤٠٠ وحدة .

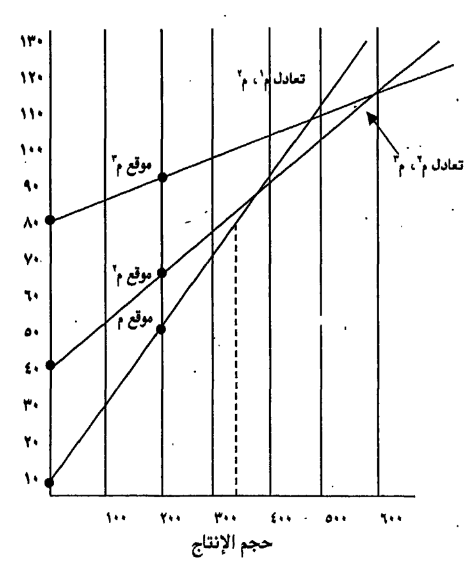
م٢ ، م٢

٤٠ + ٠,١٥ ج = ٨٠ + ٠,٠٧ ج

ج = ٥٠٠ وحدة .

ويمكن عرض هذا التحليل فى خريطة التعادل التى تظهر فى الشكل رقم (٣-١٩) :

وتبين الخريطة أنه على فرض إمكانية الاختيار بين المواقع الثلاثة، فإن الموقع م١ يجب أن يختار عندما يكون مستوى الإنتاج ٣١٩ وحدة، وأن موقع م٢ يجب أن يختار عندما يكون مستوى الإنتاج بين ٣٢٠، ٤٩٩ وأن الموقع م٣ يجب أن يختار عندما يكون الإنتاج مساوى أو أكبر من ٥٠٠ وحدة .



اختيار المواقع (٢)
تعدد المواقع

عندما يكون هناك عدد من مراكز الإنتاج تختص كل منها بخدمة منطقة معينة فإن عملية اختيار الموقع المثالى تصبح عملية معقدة إذ لا يمكن القيام باختيار الموقع بطريقة المقارنة التقليدية معه المواقف الأخرى، وإنما يجب القيام بالمقارنة فى الإطار الكلى لمجموع المواقع، ومعنى ذلك أن نطاق التحليل لابد وأن يتناول المواقع الحالية، وكذلك المواقع المقترحة، وذلك لاختيار الموقع الذى يؤدى إلى تخفيض التكاليف بجميع المواقع إلى حدها الأدنى وهذه المشكلة المركبة يمكن إيجاد حل لها، باستخدام البرمجة الخطية.

مثال :

تقوم الشركة الحديثة بإنتاج أجزاء بلاستيكية تستخدم فى تكوين هيكل التلفزيون، فى مراكز التجميع المنتشرة فى الجمهورية، وتمتلك الشركة فى الوقت الحاضر ثلاثة مصانع : أحدهما فى الإسكندرية، والثانى فى طنطا، والثالث فى القاهرة، وهذه المصانع الثلاثة تقدم إنتاجها من الأجزاء إلى أربعة مراكز للتجميع فى المنصورة، ودمنهور، والإسماعيلية، وبنها. وقد عجزت مصانع الشركة فى الفترة الأخيرة عن الوفاء بالطلبات التى ترد إليها، ولذلك قررت الشركة إقامة مصنع جديد لزيادة طاقتها الإنتاجية، وقد تم اقتراح كل من منطقة حلوان، والعامرية كمواقع محتملة وقد ظهر أنهما من المواقع الجذابة من ناحية العوامل غير التكاليفية.

كما استطاعت الإدارة أن تحصل على معلومات عن التكاليف ومستلزمات الإنتاج لكل من المصانع الحالية وأيضا تكاليف الإنتاج التقديرية للمركزين الجديدين وكانت على النحو الوارد بالجدول رقم (٤-١)

جدول رقم (٥-١)

مركز التجميع	احتياجات المراكز بالوحدات فى الشهر	المصانع	الطاقة العادية بالوحدات فى الشهر
المنصور	١٠٠٠٠	الإسكندرية	١٥٠٠٠
دمنهور	١٢٠٠٠	طنطا	٦٠٠٠
الإسماعيلية	١٥٠٠٠	القاهرة	١٤٠٠٠
بنها	٩٠٠٠		
	٤٦٠٠٠		٣٥٠٠٠

العجز = ٤٦٠٠٠ - ٣٥٠٠٠ = ١١٠٠٠ وحدة فى الشهر .

التكاليف التقديرية

العامرية ٠,٤٩

حلوان ٠,٥٣

كما يظهر فى جدول (٥-٢) تكاليف النقل من المصانع إلى المراكز المذكورة.

شكل رقم (٥-٢)

إلى من	الإسكندرية	طنطا	القاهرة	حلوان	العامرية
المنصورة	٠,٢٥	٠,٣٥	٠,٣٦	٠,٦٠	٠,٣٥
دمنهور	٠,٥٥	٠,٣٠	٠,٤٥	٠,٣٨	٠,٣٠
الإسماعيلية	٠,٤٠	٠,٥٠	٠,٢٦	٠,٦٥	٠,٤١
بنها	٠,٦٠	٠,٤٠	٠,٦٦	٠,٢٧	٠,٥٠

إن المشكلة التى واجهت إدارة الشركة هى : ما هو الموقع الذى يترتب على اختياره تحمل أقل تكلفة من وجهة نظر الشركة ككل ؟

إن المقارنة السطحية لتكلفة الإنتاج قد توحى بأن العامرية هى الموقع المناسب، لأن تكلفة إنتاج الوحدة هى ٠,٤٩ بينما تصل هذه التكلفة حلوان ٠,٣٥ ولكن العامرية قد لا تكون الموقع المثالى من وجهة نظر الشركة ككل، لأن الاختيار الصحيح لابد وأن يأخذ فى الاعتبار التداخل بين المواقع المقترحة

والمواقـع القائمـة، وبالـتالى لابد من مقارنة التكلفة الكلية التى تتحملها الشركة عـند اختيار الموقع الجديد فى العامرية مع التكلفة الكلية التى تتحملها الشركة عند إختيار الموقع الجديد فى حلوان، وذلك قبل اتخاذ القرار النهائى.

دعـنا نفـترض، لأغـراض التبـسيط أن كـل مـصنع مـن المـصانع فـى الإسـكندرية، وطـنطا، والقاهرة سوف يستمر فى إنتاج نفس حجم الإنتاج حتى لا تتأثـر تكالـيف الإنـتاج فى هذه المصانع بقرار الاختيار، بمعنى استبعاد هذه التكلفة من التحليل وهكذا تصبح تكلفة هى كل التكلفة التى تتأثر بقرار اختيار الموقع. أن نتيجة اختيار الموقع فى هذه الظروف ستتحدد على ضوء أى المصانع الجديـدة ستولى شحن الاحتياجات من الأجزاء إلى مراكز التجميع. وهذا يعنى أنـه يجـب علـي الإدارة أن تحـدد لكـل موقع المخصصات التبادلية من المواقع المقترحـة والتـى سيترتب علـيها تحمـل الشركة بأقل تكلفة نقل ممكنة، وعند احتـساب تكالـيف الـنقل لكـل مـن العامـرية وحلوان فإن مقارنة الأرقام سوف تظهـر أى المواقع هو الأفضل من وجهة نظر تكاليف النقل وأن التكلفة الأخرى الداخلـة فـى هـذا التحلـيل هى تكلفة الإنتاج للمواقع نفسها وعندما يتم إضافة تكلفـة الـنقل إلى تكالـيف الإنـتاج لـك موقع، فإن المجموع الأقل لهذه التكلفة بنوعيها يقدم مؤشرا استخدامه لمعرفة أى هذه المواقع يمكن أن صل بالأرباح إلى النقطة المثالية .

تعتمد طريقة الاختيار السالفة الذكر على مقدرة الإدارة على التوفيق بين الطاقـة الإنتاجـية للمـصانع مـع طلبات مراكز التجميع على نحو يجعل تكلفة الـنقل عـند حدها الأدنى، وهذه المشكلة هى من المشكلات التقليدية التى يمكن الوصـول إلى حـل لهـا باسـتخدام البرمجة الخطية (أسلوب النقل) ولتطبيق هذا الأسلوب يمكن وضع المعلومات المذكورة فى جدول كما فى الشكل (٥-٣) .

إلى / من	المصانع				الطلب بآلاف الوحدات
	الإسكندرية (أ)	طنطا (ب)	القاهرة (ج)	العامرية (د)	
المنصورة (س)	٠,٢٥	٠,٣٥	٠,٣٦	٠,٣٥	١٠
دمنهور (ص)	٠,٥٥	٠,٣٠	٠,٤٥	٠,٣٠	١٢
الإسماعيلية (ل)	٠,٤٠	٠,٥٠	٠,٢٦	٠,٤١	١٥
بنها (م)	٠,٦٠	٠,٤٠	٠,٦٦	٠,٥٠	٩
الطاقة بآلاف الوحدات	١٥	٦	١٤	١١	٤٦

شكل رقم (٥-٣)

وقد ظهرت تكلفة النقل فى الزاوية اليسرى فى المربع داخل كل خلية.

ويتضح من الجدول (٥-٣) أن تكلفة نقل واحدة من طنطا إلى المنصورة تصل إلى ٠,٣٥ وتستخدم تكلفة النقل كمعيار للوصول إلى توفيق بين طلب التجميع، والطاقة المتاحة من المصانع، ويجب ملاحظة أن إجمالى الطاقة المتاحة فى المضانع الأربعة مساوية لإجمالى الطلب فى مراكز التجميع الأربعة، ويترتب على عملية التخصيص بين المصانع والمراكز أن نصل إلى حالة الاستخدام الكامل للطاقة المتاحة فى المصانع وإشباع الطلب الكامل للمراكز .

أما فى الحياة العملية، فإن مثل هذه المواقف المثالية من النادر أن تتحقق، وإنما يجب الأخذ فى الاعتبار بعض المتغيرات التى تعكس بدائل مختلفة للتبادل بين إنتاج المصانع، حتى يمكن للحل المتوصل إليه أن يعكس قدرا كافيا من المرونة.

وتبدأ خطوات الحل بتخصيص وحدات الإنتاج من المصانع على مراكز التجميع بطريقة عشوائية ويتم ذلك من الخلية الشمالية الشرقية حيث يتم تخصيص ١٠,٠٠٠ وحدة من إنتاج الإسكندرية إلى مركز المنصورة، كما يبدو ذلك من جدول (٤-٤) وتعرف هذه الطريقة بطريقة الشمالى الشرقى.

إلى / من	المصانع الإسكندرية (أ)	طنطا (ب)	القاهرة (ج)	حلوان (د)	الطلب بآلاف الوحدات
المنصورة (س)	٠,٢٥ ١٠	٠,٣٥	٠,٣٦	٠,٦٠	١٠
دمنهور (ص)	٠,٥٥ ٥	٠,٣٠ ٦	٠,٤٥ ١	٠,٣٨	١٢
الإسماعيلية (ل)	٠,٤٠	٠,٥٠	٠,٢٦ ١٣	٠,٦٥	١٥
بنها (م)	٠,٦٠	٠,٤٠	٠,٦٦	٠,٢٧	٩
الطاقة بآلاف الوحدات	١٥	٦	١٤	١١	٤٦

شكل رقم (٥-٤)

وهذا التخصيص يلبى طلب مركز التجميع بالمنصورة، ولكن مصنع الإسكندرية مازال لديه ٥٠٠٠ وحدة (١٥,٠٠٠ – ١٠,٠٠٠) من إنتاجية قابلة للتخصيص، وهى كمية يمكن إرسالها إلى مركز التجميع بدمنهور، ولكن مركز دمنهور يحتاج إلى ١٢٠٠٠ وحدة، وحيث أنه قد تم تخصيص ٥٠٠٠ وحدة له من مصنع الإسكندرية فإنه مازال يحتاج إلى ٧٠٠٠ وحدة، ويمكن لمصنع طنطا أن يقدم ٦٠٠٠ وحدة، ومصنع القاهرة ١٠٠٠ وحدة، وباتباع نفس الخطوات، يمكن لمصنع القاهرة أن يخصص الـ ١٣٠٠٠ وحدة الباقية من إنتاجية إلى مركز تجميع الإسماعيلية كما يمكن لمصنع حلوان أن يخصص ٢٠٠٠ وحدة لمركز الإسماعيلية ٩٠٠٠ وحدة لمركز الإسماعيلية، ٩٠٠٠وحدة لمركز تجميع بنها، وتظهر تكلفة النقل هذا الحل فى جدول (٥-٥) .

جدول رقم (٥-٥)

الإسكندرية إلى المنصورة	٢٥٠٠ = ٠,٢٥ × ١٠,٠٠٠
الإسكندرية إلى دمنهور	٢٧٥٠ = ٠,٥٥ × ٥,٠٠٠
طنطا إلى دمنهور	١٨٠٠ = ٠,٣٠ × ٦,٠٠٠
القاهرة إلى دمنهور	٤٥٠ = ٠,٤٥ × ١,٠٠٠
القاهرة إلى الإسماعيلية	٣٣٨٠ = ٠,٢٦ × ١٣,٠٠٠
حلوان إلى الإسماعيلية	١٣٠٠٠ = ٠,٦٥ × ٢,٠٠٠
حلوان إلى بنها	٢٤٣٠ = ٠,٢٧ × ٩,٠٠٠
	١٤٦١٠

والسؤال الآن هو : هل هذا هو الحل الأمثل والذى يحقق أقل تكلفة نقل ممكنة؟ وللإجابة على هذا السؤال ينبغى القيام باختبار إمكانية تخفيض التكاليف بإجراء إعادة توزيع على الخلايا الفارغة .

ولتوضيح هذا الاختبار، نبدأ بأول خلية فارغة فى العمود الثانى ب س (طنطا — المنصورة) .

ويلاحظ أن أى تعديلات يتم إجراؤها لابد وأن تخضع للقيود الخاصة بالتوازن بين الإنتاج فى المصانع والطلب فى المراكز، فإذا قمنا بنقل وحدة واحدة من أس إلى ب س، ووحدة واحدة من ب ص إلى أ ص كما يبدو ذلك من الجدول (٥-٦) فإننا بذلك نكون قد التزمنا بهذا التوازن، ولكن هذا النقل قد لا يكون مناسب، لأننا ثمنا بالانتقال من الخلايا ذات التكلفة الأقل إلى الخلايا ذات التكلفة الأعلى، وبإضافة وحدة إلى ب س، أ ص وبطرح وحدة م ب ص، أ س، فمعنى ذلك أننا قد أضفنا ٠,٣٥ + ٠,٥٥ = ٠,٩٠ وخصمنا ٠,٢٥ + ٠,٣٠ = ٠,٥٥ وفى المجموع قد أضفنا ٠,٩٠- ٠,٥٥ = ٠,٣٥ إلى جملة التكاليف .

تقييم الخلايا الصفرية :

لكى نصل إلى الحل الأمثل من وجهة نظر التكاليف ينبغى القيام باختبار كل الخلايا الفارغة، وذلك لمعرفة ما إذا كان إعادة التخصيص يترتب عليه تخفيض تكلفة النقل الكلية جدول رقم (٤-٦)

من \ إلى	الإسكندرية (أ)	طنطا (ب)	القاهرة (ج)	حلوان (د)	الطلب بآلاف الوحدات
المنصورة (س)	٠,٢٥ ١٠ ١٠ (-)	٠,٣٥ (+)	٠,٣٦	٠,٦٠	١٠
دمنهور (ص)	٠,٥٥ ٥ (+)	٠,٣٠ ٦ (-)	٠,٤٥ ١	٠,٣٨	١٢
الإسماعيلية (ل)	٠,٤٠	٠,٥٠	٠,٢٦ ١٣	٠,٦٥ ٢	١٥
بنها (م)	٠,٦٠	٠,٤٠	٠,٦٦	٠,٢٧ ٩	٩
الطاقة بآلاف الوحدات	١٥	٦	١٤	١١	٤٦

ويتم اختيار الخلايا الفارغة فى تتابع يبدأ بالخلية الأولى فى العمود الرأسى ويتجه إلى أسفل العمود، وبعد ذلك يتم الانتقال إلى الخلايا الفارغة فى العمود الثانى، وتستمر العملية هكذا حتى يتم اختبار كل الخلايا الفارغة مع ملاحظة ما يأتى :

١- يجب الانتقال من خلية إلى خلية والعودة مرة أخرى إلى البداية أو ما يعرف بالطريق المغلق .

٢- ليس من الضرورى أن يأخذ شكل الانتقال شكل المستطيل، بل يمكن القدر من إلى أخرى .

٣- لا يجب الانتقال من خليه إلى خلية فى طريق قطرى .

٤- يبدأ تقييم الخلية بإضافية علامة (+) ثم علامة (-) بالتبادل، حتى ينتهى الطريق المغلق، وابتاع هذه القواعد تظهر العملية الحسابية فى الجدول (٥-٧) .

جدول رقم (٥-٧)

ملخص تقييم الخلايا الفارغة (حلوان)

أ ل + ٠,٤٠ - ٠,٥٥ + ٠,٤٥ - ٠,٢٦	= + ٠,٠٤
أ م + ٠,٦٠ - ٠,٥٥ + ٠,٤٥ - ٠,٢٦ + ٠,٦٥ - ٠,٢٧	= +٠,٦٢
ب س + ٠,٣٥ - ٠,٣٠ + ٠,٥٥ - ٠,٢٥	= + ٠,٣٥
ب ل + ٠,٥٠ - ٠,٣٠ + ٠,٤٥ - ٠,٢٦	= +٠,٣٩
ب م + ٠,٤١٠ - ٠,٣٠ + ٠,٤٥ - ٠,٢٦ + ٠,٦٥ - ٠,٢٧	= ٠,٦٧
ج س + ٠,٣٦ - ٠,٤٥ + ٠,٥٥ - ٠,٢٥	= +٠,٢١
ج م + ٠,٦٦ + ٠,٢٦ + ٠,٦٥ + ٠,٢٧	= +٠,٧٨
د س + ٠,٦٠ - ٠,٦٥ + ٠,٢٦ - ٠,٤٥ + ٠,٥٥ - ٠,٢٥	= +٠,٠٦
د ص + ٠,٣٨ - ٠,٦٥ + ٠,٢٦ - ٠,٤٥	= -٠,٤٦

ويظهر من جدول (٥-٧) أنه من المفيد نقل بعض الوحدات إلى الخلية دص ، وعلى ذلك فإن المشتقة الأولى لجدول النقل يظهر على النحو الوارد فى جدول (٥-٨)

جدول (٤–٨)

إلى / من	الإسكندرية (أ)	طنطا (ب)	القاهرة (ج)	حلوان (د)	الطلب بآلاف الوحدات
	المصانع				
المنصورة (س)	٠,٢٥ ١٠ ١٠	٠,٣٥	٠,٣٦	٠,٦٠	١٠
دمنهور (ص)	٠,٥٥ ٥	٠,٣٠ ٦	٠,٤٥	٠,٣٨ ١	١٢
الإسماعيلية (ل)	٠,٤٠	٠,٥٠	٠,٢٦ ١٤	٠,٦٥ ١	١٥
بنها (م)	٠,٦٠	٠,٤٠	٠,٦٦	٠,٢٧ ٩	٩
الطاقة بآلاف الوحدات	١٥	٦	١٤	١١	٤٦

بعد أن انتهينا من المشتقة الأولى من خلال المصفوفة، يجب أن نقوم باختبار التخصيص لمعرفة ما إذا كان هذا التخصيص هو الأفضل، ويبدو من جدول رقم (٤–٨)أن هذا التخصيص ليس هو الأفضل، لأن هناك طريق أخر يمكن استخدامه يبدأ بالخلية أ ل :

أ ل + ٠,٤٠ — ٠,٥٥ + ٠,٣٨ — ٠,٦٥ = –٠,٤٢

وهذا التخصيص المبين لهذا التغير يمكن إظهاره فى المصفوفة رقم (٥– ٩)

إلى / من	الإسكندرية (أ)	طنطا (ب)	القاهرة (ج)	حلوان (د)	الطلب بآلاف الوحدات
	المصانع				
المنصورة (س)	٠,٢٥ ١٠	٠,٣٥	٠,٣٦	٠,٦٠	١٠
دمنهور (ص)	٠,٥٥ ٤	٠,٣٠ ٦	٠,٤٥	٠,٣٨ ٢	١٢
الإسماعيلية (ل)	٠,٤٠ ١	٠,٥٠	٠,٢٦ ١٤	٠,٦٥ ١	١٥
بنها (م)	٠,٦٠	٠,٤٠	٠,٦٦	٠,٢٧ ٩	٩
الطاقة بآلاف الوحدات	١٥	٦	١٤	١١	٤٦

مصفوفة (٥-٩)

والخطوة التالية هى اختيار الخلايا الفارغة كما يظهر ذلك فى الجدول رقم (٤-١٠)

جدول رقم (٥-١٠)

اختبار الخلايا الفارغة حلوان

أ م + ٠,٦٠ — ٠,٥٥ + ٠,٣٨ — ٠,٢٧ = +٠,١٦

ب س + ٠,٣٥ — ٠,٣٠ + ٠,٥٥ — ٠,٢٥ = +٠,٣٥

ب ل + ٠,٥٠ — ٠,٤٠ + ٠,٥٥ — ٠,٣٠ = +٠,٣٥

ب م + ٠,٤٠ — ٠,٣٠ + ٠,٣٨ — ٠,٢٧ = +٠,٢١

ج س + ٠,٣٦ — ٠,٢٦ + ٠,٤٠ — ٠,٢٥ = +٠,٢٥

ج ص + ٠,٤٥ — ٠,٢٦ + ٠,٤٠ — ٠,٥٥ = +٠,٠٤

ج م + ٠,٦٦ — ٠,٢٦ + ٠,٤٠ — ٠,٥٥ + ٠,٣٨ — ٢٧ = +٠,٣٦

دس + ٠,٦٠ —٠,٣٨ + ٠,٥٥ — ٠,٢٥ = +٠,٥٢

دل + ٠,٦٥ + ٠,٥٥ — ٠,٣٨ = +٠,٤٢

بنفس الطريقة يمكن احتساب تكلفة النقل لمركز العامرية، ويظهر التخصيص الأمثل لهذا النقل فى المصفوفة رقم (٥-١١) .

مصفوفة (٥-١١)

إلى / من	المصانع: الإسكندرية (أ)	طنطا (ب)	القاهرة (ج)	حلوان (د)	الطلب بآلاف الوحدات
المنصورة (س)	٠,٢٥ / ١٠	٠,٣٥	٠,٣٦	٠,٦٠	١٠
دمنهور (ص)	٠,٥٥	٠,٣٠ / ١	٠,٤٥ / ١	٠,٣٠ / ١١	١٢
الإسماعيلية (ل)	٠,٤٠ / ١	٠,٥٠	٠,٢٦ / ١٤	٠,٤١	١٥
بنها (م)	٠,٦٠ / ٤	٠,٤٠ / ٥	٠,٦٦	٠,٥٠ / ٩	٩
الطاقة بآلاف الوحدات	١٥	٦	١٤	١١	٤٦

ونظرا لاختلاف تكلفة النقل بين مراكز بين العامرية ومركز حلوان، فلابد وأن يختلف التخصيص بين المصفوفات.

وتظهر تكلفة النقل لكل من مركز حلوان فى الجدولين رقم (٥-١٢) رقم (٥-١٣) ومن الجدولين نجد أن مركز حلوان أفضل المراكز، حيث أن التكلفة الإجمالية ٠,٣٧٠. (١٩,٩٣٠ - ١٩,٥٦٠) هى تكلفة أقل من تكلفة العامرية وهو أفضل بصرف النظر عن انخفاض تكلفة الإنتاج فى العامرية .

جدول رقم (٥-١٢)

الحد الأدنى للتكلفة باستخدام مركز حلوان

تكلفة النقل :	
من الإسكندرية إلى المنصورة	٢٥٠٠ = ٠,٢٥ × ١٠,٠٠
من الإسكندرية إلى دمنهور	٢٢٠٠ = ٠,٥٥ ×٤,٠٠٠
من طنطا إلى دمنهور	١٨٠٠ = ٠,٣٠ × ٦,٠٠٠
من الإسكندرية إلى الإسماعيلية	٤٠ = ٠,٤٠ ×١,٠٠٠
من القاهرة إلى الإسماعيلية	٣٦٤٠ = ٠,٢٦ × ١٤,٠٠٠
من حلوان إلى دمنهور	٧٦٠ = ٠,٣٨ × ٢,٠٠٠
من حلوان إلى بنها	٢٤٣٠ = ٠,٢٧ × ٩,٠٠٠
	١٣٧٣٠
تكلفة الإنتاج	٥٨٣٠ = ٠,٥٣ × ١١,٠٠٠
الجملة	١٩٦٦٥٠

جدول رقم (٥-١٣)

الحد الأدنى للتكلفة باستخدام مركز العامرية

تكلفة النقل :	
١- من الإسكندرية إلى المنصورة	٢٥٠٠ = ٠,٢٥ × ١٠,٠٠
٢- من طنطا إلى دمنهور	٣٠٠ = ٠,٣٠ ×١,٠٠٠
٣- من الإسكندرية إلى الإسماعيلية.	٤٠٠ = ٠,٤٠ × ١,٠٠٠
٤- من الإسكندرية إلى بنها.	٢٤٠٠ = ٠,٦٠ ×٤,٠٠٠
٥- من طنطا إلى بنها .	٢٠٠٠ = ٠,٤٠ × ٥,٠٠٠
٦- من القاهرة إلى الإسماعيلية .	٣٦٤٠ = ٠,٢٦ × ١٤,٠٠٠
٧- من العامرية إلى دمنهور	٣٣٠٠ = ٠,٣٠ × ١١,٠٠٠
	١٤٥٤٠
تكلفة الإنتاج	٥٣٩٠ = ٠,٤٩ × ١١,٠٠٠
الجملة	١٩٩٣٠

الفصل السادس

تصميم الخط الإنتاجى

من خلال أمثلة محلوله

- بناء خط الإنتاج .
- معايير بناء خط الإنتاج .
- معيار وقت الإنجاز .
- معيار عدد الأنشطة السابقة .
- معيار عدد الأنشطة التالية .
- معيار الوزن المركزى

تصميـم الخط الإنتاجـــى

من خلال أمثلة محلوله

تدريب :

س١ : كـيف تفـسر الفـرق بـين تكلفـة البرنامج السريع قبل وبعد إعداد شبكة أدنى وقت وأدنى تكلفة .

س٢ : هل يصاحب الاختلاف في التكلفة اختلاف فى الزمن ؟

مثال :

يرغب مدير الإنتاج فى تصميم خط إنتاجى بطاقة ٢٠٠ وحدة فى اليوم والجـدول الـتالى ويوضـح الـوقت الـلازم لإنجاز كل نشاط وكذلك طبيعة التتابع الفنى بين هذه الأنشطة .

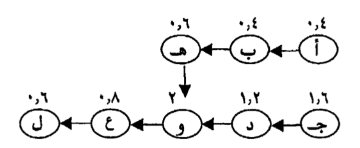
النشاط	الزمن (دقيقة)	الأنشطة التالية
أ	٠,٤	ب
ب	٠,٤	هـ
جـ	١,٦	د
د	١,٢	و
هـ	٠,٦	و
و	٢	ع
ع	٠,٨	ل
ل	٠,٦	نهاية

والمطلـوب : تـصميم خـط الإنتاج المناسب إذا علمت أن ساعات العمل المتاحة فى اليوم ٨ ساعات .

للتحليل :

يتطلب تصميم الخط الإنتاجي المناسب اتباع الخطوات الآتية :

أولا : رسم خريطة التتابع الفتة للأنشطة، والتي تعكس طبيعة التتابع أو العلاقة الفنية بين الأنشطة حيث تميز بين الأنشطة المتتابعة التي لا يمكن البدء فيها قبل الانتهاء من أنشطة معينة وكذلك النشطة المتوازية التي يمكن إنجازها في نفس الوقت، وتأخذ الخريطة الشكل التالي حيث يتم التعبير عن كل نشاط بالرمز الدال عليه وبوضع داخل دائرة مغلقة يخرج منها سهم يتجه مباشرة إلى النشاط التالي له وذلك كما يلي :



ثانيا : إيجاد مجموع الزمن اللازم لإنتاج وحدة واحدة من المنتج ويساوي مجموع أزمنة الأنشطة الفنية المطلوب القيام بها لتحقيق ذلك .

٠,٤ + ٠,٤ + ٠,٦ + ١,٦ + ١,٢ + ٢ + ٠,٨ + ٠,٦ = ٧,٦

ثالثا : في ضوء ذلك يكون الحد الأقصى للإنتاج عندما تؤدي جميع الأنشطة في شكل تتابع على النحو التالي :

$$= \frac{\text{الوقت المتاح فى اليوم}}{\text{مجموع أزمنة الأنشطة}}$$

$$= \frac{٨ \times ٦٠}{٧,٦}$$ ٦٨,٢ وحدة .

وحـيث أن حجـم الطلب المتوقع ٢٠٠ وحدة وهو أكبر من ٦٨,٧ وحدة يتطلب الأمر من مدير الإنتاج أن يصمم خط الإنتاجى يساعد على الوفاء بالكمية المطلـوبة ويمكـن تحقـيق ذلك من خلال تكوين محطات عمل work stations بحـيث تتـضمن كـل محطـة مجمـوعة من الأنشطة التى يمكن تجميعها معا من الناحية الفنية على أن يتم الأداء فى هذه المحطات بشكل متوازى أى فى نفس الوقت .

ويمكـن معـرفة زمن الأداء المطلوب كل دورة فى محطة العمل من خلال معـرفة حجم الطلب المتوقع أو معدل الإنتاج المرغوب وأيضا معرفة الوقت المتاح للإنتاج حيث أن زمن الدورة Cycleيمثل الحد الأقصى من الوقت المتاح لإتمام وحـدة واحـدة مـن المنـتج، وفـى ضـوء ذلـك يمكن إيجاد زمن الدورة المستخدم باستخدام المعادلة الآتية :

$$= \frac{\text{الوقت المتاح للإنتاج}}{\text{مجموع الإنتاج المرغوب}}$$

$$= \frac{٦٠ \times ٨}{٢٠٠} \; ٢,٤ \text{ وحدة .}$$

رابعا : تحديد الحد الأدنى من محطات العمل اللازم للوفاء بالكمية المطلوبة فى ضوء الحد الأقصى من الوقت المتاح لإتمام الوحدة (زمن الدورة) ويتطلب ذلـك معـرفة مجموعة أزمنة الأنشطة الفنية المطلوبة لإتمام الوحدة عندما يؤدى كل نشاط مستقل .

ويمكن إيجاد ذلك باستخدام المعادلة الآتية:

$$\text{الحد الأدنى لعدد محطات العمل} = \frac{\text{مجموع أزمنة الأنشطة اللازم لإتمام الوحدة}}{\text{زمن الوحدة}}$$

$$= \frac{٧,٦}{٢,٤} = ٣,١٧ = ٤ \text{ محطات عمل .}$$

خامسا : فى ضوء خريطة التتابع الفنى وزمن الدورة المطلوب والحد الأدنى لعدد محطات العمل يمكن تصميم الخط الإنتاجى، أى توزيع الأنشطة علـى محطـات العمل المختلفة، ويمكن تحقيق ذلك باستخدام القواعد الآتية :

١- البدء بالنشاط الذى يحتاج لوقت أكبر .

٢- البدء بالنشاط الذى يتبعه أكبر عدد من الأنشطة .

٣- البدء بالنشاط الذى يسبقه أكبر عدد من الأنشطة.

٤- البدء بالنشاط الذى يحقق أكبر وزن مركزى أى (مجموع وقت كل نشاط + أوقات الأنشطة التالية له)

وسوف نبدأ بتطبيق القاعدة الأولى :

١-البدء بالنشاط الذى يحتاج لوقت أكبر .

يتم تصميم جدول التوزيع على النحو التالى :

رقم المحطة	زمن الدورة فى المحطة	النشاط الممكن فنيا	النشاط المناسب حسب القاعدة المستخدمة	زمن النشاط	الوقت المتبقى فى المحطة	العطل
١	٢,٤	أ ، ج	ج	١,٦	٠,٨	
		أ ، د	أ	٠,٤	٠,٤	٠
		ب ؛ د	ب	٠,٤	—	
٢	٢,٤	هـ، د	د	١,٢	١,٢	
		هـ	هـ	٠,٦	٠,٦	٠,٦
٣	٢,٤	و	و	٢	٠,٤	٠,٤
٤	٢,٤	ع	ع	٠,٨	١,٦	١
		ل	ل	٠,٦	١	

مجموع وقت العطل = ٠,٦ + ٠,٤ + ١ = ٢

$$\text{كفاءة الخط} = ١ - \frac{\text{وقت العطل}}{\text{وقت الدورة} \times \text{عدد المحطات}}$$

$$= ١ - \frac{٢}{٢,٤ \times ٤} = ٧٩\%$$

القاعدة الثانية :

الترتيب على أسس البدء بالنشاط الذى يليه أكبر عدد من الأنشطة :

أولا : نبدأ بتحديد عدد الأنشطة لكل نشاط وتقوم بترتيب الأنشطة فى ضوء ذلك على النحو التالى :

النشاط	عدد الأنشطة	الترتيب
أ	٥	١
ب	٤	٣
ج	٤	٢
د	٣	٤
هـ	٣	٥
و	٢	٦
ع	١	٧
ك	صفر	٨

ويلاحظ أن النشاط (أ) أو النشاط (ج) لهما نفس عدد الأنشطة التالية لـذلك نبدأ بالنشاط الذى يحتاج إلى زمن تنفيذ أكبر، وكذلك النشاط (د)، (هـ) لذلك نطبق القاعدة .

ثانيا : تخصيص الأنشطة محطات العمل كما هو موضح فى الجدول التالى :

رقم المحطة	زمن الدورة فى المحطة	النشاط الممكن فنيا	النشاط المناسب حسب القاعدة المستخدمة	زمن النشاط	الوقت المتبقى فى المحطة	العطل
١	٢,٤	٠,٤ ١,٦	أ	٠,٤	٢	
		أ ، ج		١,٦	٠,٤	
		٠,٤ ١,٦		٠,٤	—	
		ب ، ج	ج			
٢	٢,٤	٠,٤ ١,٢				
		ب ، د	ب			
		٠,٦		١,٢	١,٢	
		١,٢				
		هـ ، د	د	٠,٦	٠,٦	
		٠,٦ ٢				
		هـ،و	هـ			٠,٦
٣	٢,٤	و ٢	و	٢	٠,٤	٠,٤
٤	٢,٤	ع ٠,٨	ع	٠,٨	١,٦	١
		ل ٠,٦	ل	٠,٦	١	
		—	—	—		

إجمالى وقت العطل ٠,٦ + ٠,٤ + ١ = ٢

وبالتالى تكون نسبة الكفاءة مماثلة لنسبة الكفاءة فى ظل استخدام قاعدة الوقت الأكبر أولا .

القاعدة الثالثة :

البدء بالنشاط إلى يسبقه أكبر عدد من الأنشطة .

أولا : نبدأ بتحديد الأنشطة التى تسبق كل نشاط ونقوم بترتيب الأنشطة فى ضوء ذلك على النحو التالى :

النشاط	عدد الأنشطة	الترتيب
أ	–	٨
ب	١	٦
ج	–	٧
د	١	٥
هـ	٢	٤
و	٣	٣
ع	٤	٢
ك	٥	١

ثانيا : تخصيص الأنشطة على محطات العمل على النحو التالى :

رقم المحطة	زمن الدورة فى المحطة	النشاط الممكن فنيا	النشاط المناسب حسب القاعدة المستخدمة	زمن النشاط	الوقت المتبقى فى المحطة	العطل
١	٢,٤	٠,٤ ١,٦		١,٦	٠,٨	
		أ ، ج	ج	٠,٤	٠,٤	
		٠,٤ ١,٢		٠,٤	–	
		ب ، جـ	أ			
		٠,٤ ١,٢				
		ب ، د	ب			
٢	٢,٤	٠,٦ ١,٢		٠,٦	١,٨	
		هـ،د	هـ	١,٢	٠,٦	
		٢–				
		د	د			
			–	–		٠,٦
٣	٢,٤	و ٢	٢	و	٠,٤	
			–	–		٠,٤
٤	٢,٤	ع ٠,٨	ع	٠,٨	١,٦	
		ل ٠,٦	ل	٠,٦	١	١
		–	–	–		

مجموع وقت العطل = ٠,٦ + ٠,٤ + ١ = ٢

معدل كفاءة الخط = ٧٩٪

القاعدة الرابعة :

البدء بالنشاط الذى يحقق وزن مركزى أكبر .

أولا : نبدأ بتحديد الوزن المركزى لكل نشاط ثم نقوم بترتيب الأنشطة وفق هذا المعيار مع الأخذ فى الحسبان أن :

الوزن المركزى للنشاط = زمن النشاط + مجموع أزمنة الأنشطة التالية له والجدول التالى يوضح ذلك .

النشاط	عدد الأنشطة	الترتيب
أ	٤,٨	٣
ب	٤,٤	٤
ج	٦,٢	١
د	٤,٨	٢
هـ	٤	٥
و	٣,٤	٦
ع	١,٤	٧
ل	٠,٦	٨

ثانيا : تخصيص الأنشطة على محطات العمل :

رقم المحطة	زمن الدورة فى المحطة	النشاط الممكن فنيا	النشاط المناسب حسب القاعدة المستخدمة	زمن النشاط	الوقت المتبقى فى المحطة	العطل
١	٢,٤	أ ، جـ	جـ	١,٦	٠,٨	
		أ ، ج	أ	٠,٤	٠,٤	
		٠,٤ ١,٢	ب	٠,٤	–	
٢	٢,٤	هـ ، د	د	١,٢	١,٢	
		هـ	هـ	٠,٦	٠,٦	
			–			٠,٦
٣	٢,٤	و	و	٢	٢,٤	
			–			٠,٤
٤	٢,٤	ع	ع	٠,٨	١,٦	
		ل	ل	٠,٦	١	١
		–				

وقت العطل = ٠,٤ + ٠,٦ + ١ = ٢

نسبة الكفاءة = ٧٩٪

نلاحظ أن كفاءة الإنتاج متساوية فى ظل استخدام طرق التخصيص المختلفة إلا أنه يمكن الإشارة إلى :

أولا : لا نوجد أفضلية مطلقة لطريقة تخصيص على الآخرى إذ يتوقف الأمر على عدد العمليات وأيضا على طبيعة التتابع والعلاقة الفنية بين الأنشطة وأيضا الزمن اللازم لإنجاز كل نشاط .

ثانيا : من الممكن أن يختلف مستوى كفاءة الخط الإنتاجى باختلاف المعيار أو القاعدة المستخدمة فى التخصيص ومن ثم يفضل أسلوب التوزيع الذى يحقق أقل نسبة عطل وأكبر معدل كفاءة .

مثال :

يرغب أحد المديرين فى تصميم خط إنتاج يسمح بمعدل إنتاج ٣٠ وحدة فى الساعة والجدول التى يوضح زمن إنجاز كل نشاط والعلاقة الفنية بين الأنشطة :

النشاط	عدد الأنشطة	الترتيب
أ	٨٤	–
ب	٣٠	أ
ج	٣٦	ب
د	٤٢	ب
هـ	٤٨	ب
و	٣٠	جـ
ع	٦٠	د، هـ
ل	٣٠	و ، ع

المطلوب :

تصميم خط الإنتاج فى ضوء المعايير المختلفة موضحا أفضل معيار يفضل مدير الإنتاج الاعتماد عليه .

الحل :

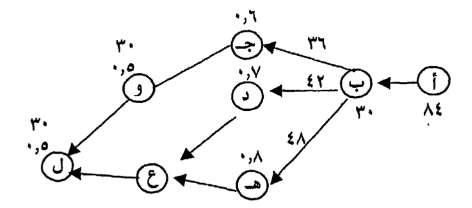
أولا : تحديد زمن الدورة المثالى :

$$= \frac{\text{الوقت المتاح}}{\text{الإنتاج المرغوب}} = \frac{٦٠}{٢٠} = ٢\text{دقيقة}$$

ثانيا : تحديد الحد الأدنى لعدد محطات العمل اللازمة :

$$= \frac{\text{مجموع أزمنة الأنشطة}}{\text{زمن الدورة المثالى}} = \frac{٣٦٠}{١٢٠} = ٣ \text{ محطات .}$$

ثالثا : رسم خريطة التتابع الفنى :



ثالثا : تصميم الخط الإنتاجى وفق المعايير المختلفة .

أولا : البدء بالنشاط الأكبر رقما :

رقم المحطة	زمن الدورة فى المحطة	النشاط الممكن فنيا	النشاط المناسب حسب القاعدة المستخدمة	زمن النشاط	الوقت المتبقى فى المحطة	العطل
١	١٢٠	أ	أ	٨٤	٣٦	
		ب	ب	٣٠	٦	٦
٢	١٢٠	ج،د،هـ	هـ	٤٨	٧٢	
		ج، د	د	٤٢	٣٠	
		ج، ع				٣٠
٣	١٢٠	ج، ع	ع	٦٠	٦٠	
		ج	جـ	٣٦	٢٤	
		و				٢٤
٤	١٢٠	و		٣٠	٩٠	
		ل		٣٠	٦٠	
		–				٦٠

مجموع وقت التعطل = ٦ + ٣٠ + ٢٤ + ٦٠ = ١٢٠

$$\text{نسبة الكفاءة} = \frac{\text{مجموع زمن التشغيل الأنشطة}}{\text{عدد المحطات × زمن المحطة}} \times ١٠٠$$

$$= \frac{١٢٠}{١٢٠ \times ٤} \times ١٠٠ = ٧٥٪$$

القاعدة الثانية :

أكبر عدد من الأنشطة التالية :

أولا : ترتيب الأنشطة حسب المعيار السابق :

النشاط	عدد الأنشطة	الترتيب
أ	٧	١
ب	٦	٢
ج	٢	٥
د	٢	٤
هـ	٢	٣
و	١	٧
ع	١	٦
ل	—	٨

ثانيا : توزيع الأنشطة على المحطات :

رقم المحطة	زمن الدورة فى المحطة	النشاط الممكن فنيا	النشاط المناسب حسب القاعدة المستخدمة	زمن النشاط	الوقت المتبقى فى المحطة	العطل
١	١٢٠	أ	أ	٨٤	٣٦	
		ب	ب	٣٠	٦	٦
٢	١٢٠	ج،د،هـ	هـ	٤٨	٧٢	
		ج، د	د	٤٢	٣٠	
		ج، ع				٣٠
٣	١٢٠	ج، ع	ع	٣٦	٦٠	
		ج	جـ	٦٠	٢٤	
		و				٢٤
٤	١٢٠	و	و	٣٠	٩٠	
		ل	ل	٣٠	٦٠	
		–				٦٠

مجموع وقت التعطل = ٦ + ٣٠ + ٢٤ + ٦٠ = ١٢٠

نسبة الكفاءة = ٧٥٪

القاعدة الثالثة :

أكبر عدد من الأنشطة السابقة

أولا : ترتيب الأنشطة حسب المعيار السابق :

النشاط	عدد الأنشطة	الترتيب
أ	–	٨
ب	١	٧
ج	٢	٦
د	٢	٥
هـ	٢	٤
و	٣	٣
ع	٣	٢
ل	٤	١

ثانيا : توزيع الأنشطة على محطات العمل فى ضوء الترتيب السابق للأنشطة مع مراعاة التتابع الفنى والحد الأقصى لزمن المحطة .

رقم المحطة	زمن الدورة فى المحطة	النشاط الممكن فنيا	النشاط المناسب حسب القاعدة المستخدمة	زمن النشاط	الوقت المتبقى فى المحطة	العطل
١	١٢٠	أ	أ	٨٤	٣٦	
		ب	ب	٣٠	٦	٦
		ج د هـ				
٢	١٢٠	ج،د،هـ	هـ	٤٢	٧٢	
		ج، د	د	٤٨	٣٠	
		ج، ع				٣٠
٣	١٢٠	ج، ع	ع	٣٦	٦٠	
		و ، ع	جـ	٦٠	٢٤	
		و				٢٤
٤	١٢٠	و	و	٣	٩٠	
		ل	ل	٣٠	٦٠	
		–				٦٠

مجموع وقت التعطل = ٦ + ٣٠ + ٢٤ + ٦٠ = ١٢

نسبة الكفاءة = ٧٥٪

القاعدة الرابعة :

البدء بالنشاط الذى يحقق وزن مركزى أكبر .

أولا : ترتيب الأنشطة حسب المعيار السابق :

النشاط	عدد الأنشطة	الترتيب
أ	١٢٠	١
ب	١٢٦	٤
ج	٩٦	٥
د	١٦٢	٢
هـ	١٣٨	٣
و	٦٠	٧
ع	٩٠	٦
ل	٣٠	٨

ثانيا : توزيع الأنشطة على محطات العمل وفق السابق ومع مراعاة التتابع الفنى التتابع والوقت المتاح فى كل محطة.

رقم المحطة	زمن الدورة فى المحطة	النشاط الممكن فنيا	النشاط المناسب حسب القاعدة المستخدمة	زمن النشاط	الوقت المتبقى فى المحطة	العطل
١	١٢٠	أ	أ	٨٤	٣٦	
		ب	ب	٣٠	٦	٦
		ج د هـ				
٢	١٢٠	ج،د،هـ	هـ	٤٨	٧٢	
		ج، د	د	٤٢	٣٠	
		ج، ع				٣٠
٣	١٢٠	ج، ع	ع	٣٦	٦٠	
		ج	جـ	٣٦	٢٤	
		و				٢٤
٤	١٢٠	و	و	٣٠	٩٠	
		ل	ل	٣٠	٦٠	
		–				٦٠

مجموع وقت التعطل = ٦ + ٣٠ + ٢٤ + ٦٠ = ١٢٠

نسبة الكفاءة = ٧٥٪

والآن نعرض لافتراض جديد:

ماذا لو رغب مدير الإنتاج فى زيادة معدل الإنتاج فى الساعة إلى ٣٣$\frac{1}{3}$ وحدة هل يتطلب ذلك زيادة فى عدد محطات العمل وهل سيؤدى إلى انخفاض وقت العمل وبالتالى هل سيؤثر الإيجاب أم سلبا على حصول الكفاءة وتأثير ذلك على معيار التوزيع المستخدم .

التحليل :

يتم إيجاد متطلبات التوزيع فى ضوء الافتراض الجديد وذلك على النحو التالى :

أولا : زمن الدورة المرغوب = الوقت المتاح / الإنتاج المطلوب

= (٦٠ × ٦٠) / ٣٣,٣ = ١٠٨ ثانية .

ثانيا : الحد الأدنى لعدد المحطات = ٣٦٠ / ١٠٨ = ٣٣,٣ = ٤

ثانيا : توزيع الأنشطة على محطات العمل فى ضوء زمن الدورة المرغوب وخريطة التتابع الفنى السابق الإشارة إليها .

رقم المحطة	زمن الدورة فى المحطة	النشاط الممكن فنيا	النشاط المناسب حسب القاعدة المستخدمة	زمن النشاط	الوقت المتبقى فى المحطة	العطل
١	١٠٨	أ ب	أ	٨٤	٢٢	٢٢
٢	١٠٨	ب ج،د،هـ ج، د	ب هـ	٣٠ ٤٨	٧٨ ٣٠	٣٠
٣	١٠٨	ج، د ج ، ع ج	د ع	٤٢ ٦٠	٦٦ ٦	٢٤
٤	١٠٨	ج و ل	ج و ل	٣٦ ٣٠ ٣٠	٧٢ ٤٢ ١٢	٦٠

مجموع وقت التعطل = ٦ + ٣٠ + ٦+ ١٢ = ٧٠

نسبة الكفاءة = ١− مجموع وقت العطل / (عدد المحطات × زمن الدورة)

= ١− ٧٠ / (٤ × ١٠٨) = ٨٣٪

القاعدة الثانية :

أولا : البدء بالنشاط الذى يحقق وزن مركزى أكبر ترتيب الأنشطة

النشاط	عدد الأنشطة	الترتيب
أ	٢١٠	١
ب	١٢٦	٤
ج	٩٦	٥
د	١٦٢	٢
هـ	١٣٨	٣
و	٦٠	٧
ع	٩٠	٦
ل	٣٠	٨

ثانيا : توزيع الأنشطة على المحطات :

رقم المحطة	زمن الدورة فى المحطة	النشاط الممكن فنيا	النشاط المناسب حسب القاعدة المستخدمة	زمن النشاط	الوقت المتبقى فى المحطة	العطل
١	١٠٨	أ	أ	٨٤	٢٢	٢٢
٢	١٠٨	ب ج،د،هـ ج، هـ	ب د	٣٠ ٤٢	٧٨ ٣٦	٣٦
٣	١٠٨	ج، هـ ج ، ع ع ، و	هـ جـ	٤٨ ٣٦	٦٠ ٢٤	٢٤
٤	١٠٨	ع ، و و ل	ع و و	٦٠ ٣٠ ٣٠	٦٠ ٣٠ –	٦٠

مجموع وقت التعطل = ٢٢+ ٣٦ + ٢٤ = ٨٢

$$\text{نسبة الكفاءة} = 1 - \frac{\text{مجموع وقت العطل}}{\text{عدد المحطات} \times \text{زمن الدورة}}$$

$$= 1 - \frac{84}{4 \times 108} = 0{,}194$$

الفصل السابع

التنبـؤ

- الاعتبارات اللازمة للتنبؤ .
- طرق التنبؤ .
- بعض طرق التنبؤ الإحصائية .

الفصل السابع

التنبــــؤ

نتعرض فى هذا الفصل للتنبؤ بالطلب، فنتناول فيه الاعتبارات الواجب مـراعاتها عـند القـيام بالتنـبؤ بالطلب ونستعرض إجراءات التنبؤ وطرق التنبؤ، وفـى الفـصل الـتالى نتعـرض للكيفـية التـى يـتم بها التحويل التنبؤ إلى عناصر محددة لمختلف التسهيلات الإنتاجية.

أولا : اعتبارات اللازمة للتنبؤ:

١-يجـب أن يـتم اعـتماداً علـى وجـود سياسـة عامة تتحدد فى ضوئها الموارد المـتاحة للإنـتاج. لأنه بدون وجود سياسة عامة لا يمكن تحديد مستويات لتصنيع السلعة أو الخدمة أو تحديد درجات المهارة المطلوبة من العاملين، أو تحديد نوعية المعدات ومستويات المخزون المناسبة.

٢-يجـب مـتابعة نـتائج التنبؤ بصفة مستمرة، لأنه من النادر أن تتطابق نتائج التنـبؤ مـع الواقـع. فـسلوك المتغيرات التى يتم التنبؤ بها وكذلك الظروف المحـيطة بها ليست ثابتة ومؤكدة بل هى متغيرة ومتقلبة. وعملية المتابعة المـستمرة تساعد على إجراء التعديلات فى التنبؤات كلما اقتضت الظروف ذلك.

٣-يجـب مـراعاة الدقـة النـسبية فـى التنـبؤ، وذلـك باختيار الطريقة المناسبة للظـروف الـسائدة فالـبدائل مـن طـرق التنـبؤ المـساحة لـتفاوت فى دقتها وتكلفـتها بـين طـرق دقـيقة ولكـنها مكلفـة، وطرق عبر دقيقة ولكنها غير مكلفـة. القاعـدة العامـة فـى هـذا الموقف هى الوصول إلى توازن بين الدقة والتكلفة مع ذلك يجب أن يتوافر مسموحات لاستعياب أثر المعلومات غير الكاملة.

٤-يجب أن توضع التنبؤات فى صورة وحدات مادية يمكن قياسها، لأن التقديرات غير الملموسة تخضع لتفسيرات تختلف باختلاف المواقف.فالإنسان يميل إلى تفسير الظواهر من وجهة نظره التى تعكس قناعته ورضاء النفسى. أما إذا كانت الظواهر محددة وملموسة فإن احتمالات التفسيرات الخاطئة تكون عند حدها الأدنى.

٥-يجب أن يراعى عنصر التوقيت عند القيام بالتنبؤ وعند وضع التطبيق . إذ لا يجب أن يتم العمل بالتنبؤات بعد أن تكون قد انقضت أو تلاشت الظروف التى تم فيها، فإذا اتسعت الفجوة الزمنية بين إجراء التنبؤات واستخدامها فلا بد من تعديل أو حتى إعادة التنبؤات. فالتنبؤات عادة تقوم على افتراض توافر عدد من الثوابت وكذلك عدد من المتغيرات فى فترة زمنية معينة. فالفترة التى تعطيها التنبؤ بالآلات وهى فترة طويلة نسبياً لابد وأن تختلف عن الفترة اللازمة للتنبؤ بالاحتياجات من العمالة أو شراء المواد الأولية. ففى الحالة الأولى قد تمتد الفترة إلى عدد من السنوات فى حين أن الثانية لا تتطلب أكثر من عدة شهور.

٦-يجب أن يتم التفرقة بين المرونة فى التنبؤ والمرونة فى الخطط. فالمرونة فى التنبؤ مشروطة بظروف لا تحتمل أكثر من تفسير. أما المرونة فى الخطط فهى مقبولة لأنها تبين حدوداً دنيا وحدوداً قصوى لا يجوز التصرف خارجها.

٧-يجب أن تحدد فترة التنبؤ بطريقة معقولة، إذ لا يجب أن تكون أكبر أو أقل من اللازم فهناك علاقة بين طول الفترة الزمنية ودقة التنبؤ. فكلما طالت فترة التنبؤ تنخفض دقة التنبؤ والعكس بالعكس. ويرجع ذلك إلى الحالات والتغيرات وعدم اليقين المرتبط بالمستقبل.

٨-يجب أن تكون التنبؤات إجمالية كلما أمكن، لأن التنبؤ بعدد من المتغيرات مع بعضها البعض يساعد على توفير الدقة. ويرجع إلى أن بعض الاتجاهات

الإيجابية قد تلغى الاتجاهات السلبية، فيكون التنبؤ الإجمالى أكثر من التنبؤ الجزئى.

ثانياً: طرق التنبؤ:

لكى نتفهم الخصائص العامة لتنبؤ المختلفة وإجراءات كل طريقة ونقاط القوة والضعف فى كل طريقة، قد يكون من المفيد أن نتعرف أولاً على ما هو المقصود بالتنبؤ.

يقصد بالتنبؤ تلك العملية الفنية التى تستخدم بتحويل الخبرة الماضية إلى أشياء نتوقع حدوثها. وهذه العملية تتطلب عمل تقديرات نسبية ومطلقة المدى، تبين أهمية القوى التى يتوقع أن تؤثر على ظروف التشغيل فى المستقبل.

ولا يوجد طريقة واحدة يمكن استخدامها فى عملية التنبؤ، ولكن هناك العديد من الطرق التى ينبغى الاختيار من بينتهما . ويتوقف اختيار الطريقة الملائمة على عدد من الاعتبارات هى:

١- طبيعة المنظمة.

٢- نوع المنتجات.

٣- المهارات المتوافرة.

٤- نظم المعلومات المستخدمة.

٥- فلسفة الإدارة.

ويمكن أن نميز بين نوعين من طرق التنبؤ هما :

١- الطرق الحكمية أو الكيفيةQualitative

٢-الطرق الكميةQualitative .

أولاً: طرق التنبؤ الحكمية:

يقصد بطرق التنبؤ الحكمية تلك التى تعتمد على الأحكام والآراء الشخصية فى تحديد الاتجاهات المؤثرة على التنبؤات مثل أحكام وآراء الخبراء، ورجال البيع والمستهلكين. وهى قد تبدأ بآراء فردية ثم يتم مراجعتها

بعد ذلك بواسطة جماعة من الأفراد يمثلون الإدارة العليا. ومن النادر أن تعتمد المنظمات على طريقة واحدة فى كل ظروف. إذ يتوقف الأمر على درجة الدقة المطلوب الوصول إليها والاعتمادات المخصصة لعملية التنبؤ.

وتسمح طرق التنبؤ الحكمية بالتغلب على المعلومات التى لا تقبل القياس الكمى، أو فى المجالات السريعة أو فى حالات تقديم منتجات أو خدمات جديدة.

ورغم هذه الطرق تتمتع بالبساطة وعدم التعقيد وانخفاض التكاليف إلا أنها لا ترقى فى دقتها إلى طرق التنبؤ الأخرى. ويمكن القول بصفة عامة أن هناك اتجاهاً للربط بين ارتفاع التكاليف ودقة التنبؤات المعتمدة على هذه الطرق.

وسوف نتعرض لأهم التنبؤ الحكمية وهى:

١- آراء رجال البيع:

وتقوم هذه الطريقة على سؤال رجال البيع عن تقديراتهم المستقبلية عن اتجاه المبيعات فى المنطقة التى يخدمها . ومن الطبيعى أن يتأثر رجال البيع بأحكامهم وآرائهم الشخصية وبرد فعل المستهلك تجاه المنتج واتجاه المبيعات، فمنهم المتفائل والمحافظ ومنهم الواقعى ولذلك فإن تقديراتهم تحتاج إلى تعديل ومن ثم تعطى إلى لجنة مسؤولة عن وضع التنبؤ النهائى .

وهذه اللجنة قد تضم مديرى المبيعات فى المنظمة والمدير المالى ومدير الإنتاج ومدير التسويق وغيرهم.

وقد تتأثر تقديرات اللجنة بعوامل معينة قد تؤدى إلى تعديلات جديدة فى المنتج أو تقديم خطة زيادة الإعلان أو تخفيض سعر البيع لمواجهة المنافسة وتوزيع الدخل وزيادة القوة الشرائية والافتراض ومعدلات السكان والتوظيف لأن كل هذه العوامل تلعب دوراً فى مراجعة التنبؤ الأصلى لرجال البيع.

٢- آراء المستهلكين:

تقوم هذه الطريقة على سؤال المستهلكين أو مستخدمى السلعة أو الخدمة عن تقديراتهم لاتجاهات الاستهلاك وبالتالى اتجاهات الطلب خلال الفترة التى يعطيها التنبؤ والتى قد تتراوح بين شهر وسنة. وتتم هذه الأسئلة عن طريق المقابلة الشخصية أو دعوة مجموعة من كبار المستهلكين إلى المنظمة أو عن طريق توزيع قائمة استقصاء تتناول بعض أو كل خصائص السلعة أو الخدمة وأسئلة عن ردود فعل المستهلكين تجاهها. وقد تتم هذه الطريقة من خلال الانتقال إلى مراكز تجمع المستهلكين فيما يمكن أن يطلق عليه التنبؤ الميدانى بالطلب.

٣- آراء لجنة الحكام:

وهى طريقة تستخدم آراء مجموعة من الخبراء فى ميدان معين لإصدار أحكامهم وآرائهم. ومن أهم هذه اللجان ما يعرف بأسلوب "دلفى" حيث يتم استطلاع عدة آراء فردية بطرق منفصلة ثم محاولة التوفيق بينهما باستخدام بعض الأساليب الإحصائية لتحديد معاملات الأنفاق أو الاختلاف على ظاهرة معينة.

ثانيا: الطرق الكمية:

١- طريقة المتوسطات المتحركة البسيطة

إن طريقة المتوسطات المتحركة هى أسلوب للتنبؤ على اعتماد المتوسطات فى تقدير الطلب مع توزيع الانحرافات الزائدة والناقصة على مجموع قيم المفردات الظواهر عبر سلسلة زمنية محددة. فعندما تتغير قيم مفردات الظواهر المشاهدة تغيراً سريعاً فى فترة إلى أخرى فإن طريقة المتوسطات المتحركة البسيطة يمكنها تسوية التذبذب العشوائى فى القيم.

لأن المتوسط المتحرك بصفة عامة هو المتوسط الذى يتم استخدامه لتسوية الارتفاعات والانخفاضات فى البيانات بصورة مستمرة مع مرور الوقت. ويتم ذلك بإضافة وحذف القيم الشاذة.

وتظهر الحاجة إلى المتوسطات المتحركة عندما تنطوى القيم التاريخية على كمية من التغير ذات التأثير على التغيرات المنتظمة، وليس معنى ذلك أن طريقة المتوسطات المتحركة يمكنها استبعاد كل التغيرات فهذه الطريقة لا يمكنها استبعاد مستوى التغيرات العشوائية . والمعادلة العامة للمتوسطات المتحركة هى:

$$م ق_{س} = \frac{ط ف_{س-١} + ط ف_{س-٢} + ط ف_{س-٣} + ط ف_{س-ن}}{ن}$$

حيث :

م ق $_{س}$: هى الطلب المقدر للفترة س

ط ف$_{س-١}$، ط ف$_{س-٢}$، ط ف$_{س-٣}$ ... ط ف$_{س-ن}$ الطلب الفعلى للفترة الزمنية س — ١، س —٢ ، س — ن .

ن : عدد الفترات الزمنية المستخدمة فى حساب المتوسط .

مثال:

ترغب شركة المنتجات الحديثة التنبؤ بالطلب على منتجاتها من الثلاجات خلال شهر يوليو، فإذا علمت أن تعليمات مدير الإنتاج تقضى لأتى:

١- استخدام المتوسط المتحرك البسيط على أساس ٤ فترات.

٢- استخدام السلسلة الزمنية التالية:

الطلب	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو
القيمة بالآلاف	٤٠	٤٨	٤٤	٥٢	٥٢	؟

الحل: **أولاً**: نفرض أن:

م ق $_{س}$: هى الطلب المقدر للفترة س.

ط ف $_{س-1}$، ط ف $_{س-2}$، ط ف $_{س-3}$ ..ط ف $_{س-ن}$: الطلب الفعلى للفترات الزمنية س –١، س–٢ .. س – ن .

ن : عدد الفترات الزمنية المستخدمة.

ثانيا: باستخدام الافتراضات السابقة يمكن صياغة معادلة المتوسط المتحرك البسط على النحو التالى:

$$\text{م ق س} = \frac{\text{ط ف س} + \text{ط ف س}_{2} + \text{ط ف س}_{3} + \text{ط ف}_{\text{س-ن}}}{\text{ن}}$$

ثالثا: استخراج أرقام الطلب لشهر يوليو بتطبيق المعادلة السابقة على النحو التالى:

$$\text{م ق يوليو} = \frac{٥٢ + ٥٢ + ٤٤ + ٤٨}{٤} = \frac{١٩٦}{٤}$$

=٤٩

=٤٩٠٠٠ ثلاجة

مثال آخر:

المطلوب التنبؤ بالطلب باستخدام طريقة المتوسطات المتحركة على ثلاثة وأربع فترات وذلك من البيانات التالية:

الشهور	١	٢	٣	٤	٥	٦
الطلب	٢٠٠	٢٥٠	٢٢٠	٢١٠	٢١٥	٢٢٥
الشهور	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢
الطلب	٢٠٠	٢١٠	٢١٨	٢١٢	٢٠٥	٢٠٥

الحل :

متوسط متحرك ٣ شهور

$$\frac{٢٢٠ + ٢٥٠ + ٢٠٠}{٣} = ٢٢٣,٣$$

$$\frac{٢١٠ + ٢٢٠ + ٢٥٠}{٣} = ٢٢٦,٦$$

$$\frac{٢١٥ + ٢١٠ + ٢٢٠}{٣} = ٢١٥$$

$$\frac{٢٢٥ + ٢١٥ + ٢١٠}{٣} = ٢١٦,٦$$

$$\frac{٢٠٠ + ٢٢٥ + ٢١٥}{٣} = ٢١٣,٣$$

$$\frac{٢١٠ + ٢٠٠ + ٢٢٥}{٣} = ٢١١,٦$$

$$\frac{٢١٨ + ٢١٠ + ٢٠٠}{٣} = ٢٠٩,٣$$

$$\frac{٢١٢ + ٢١٨ + ٢١٠}{٣} = ٢١٣,٣$$

$$\frac{٢٠٥ + ٢١٢ + ٢١٨}{٣} = ٢١١,٦$$

متوسط متحرك ٤ شهور

$$\frac{٢٠٠ + ٢٢٠ + ٢٥٠ + ٢٠٠}{٤} = ٢٢٠$$

$$\frac{٢١٥ + ٢١٠ + ٢٢٠ + ٢٥٠}{٤} = ٢٢٣,٧٥$$

$$\frac{٢٢٥ + ٢١٥ + ٢١٠ + ٢٢٠}{٤} = ٢١٧,٥$$

$$\frac{٢٠٠ + ٢٢٥ + ٢١٥ + ٢١٠}{٤} = ٢١٢,٥$$

$$\frac{٢١٠ + ٢٠٠ + ٢٢٥ + ٢١٥}{٤} = ٢٢٠$$

$$\frac{٢١٨ + ٢١٠ + ٢٠٠ + ٢٢٥}{٤} = ٢١٣,٢٥$$

$$\frac{٢١٢ + ٢١٨ + ٢١٠ + ٢٠٠}{٤} = ٢١٠$$

$$\frac{٢٠٥ + ٢١٢ + ٢١٨ + ٢١٠}{٤} = ٢١١,٢٥$$

وتتصف هذه الطريقة بقدرتها على إلغاء التغيرات العشوائية السالبة والموجبة،كما أنها تقوم على استخدام البيانات المتوافرة فى السجلات الماضية للتنبؤ بالمستقبل، لأن رقم الطلب الفعلى خلال أى فترة زمنية معينة يكون متاحاً خلال نهاية تلك الفترة، فمثلاً يتم التنبؤ بالطلب في شهر مايو فى نهاية شهر أبريل، والطلب في يوليو فى نهاية شهر يونيو وهكذا. ويعاب على هذه الطريقة بأنها لا تستجيب بسرعة كافية للتغيرات فى البيانات الفعلية، كما أن تعطى أوزاناً متساوية لأرقام الطلب خلال الفترات الزمنية، فمثلاً، عند استخدام فترة تنبؤ مقدارها ٣ شهور نجد أن الوزن النسبى لكل فترة هو ٣٣٪ وعندما تستخدم فترة تنبؤ مقدارها ٤ شهور فإن الوزن النسبى لكل فترة هو ٢٥٪ .

٢- المتوسطات المتحركة المرجحة:

إن طريقة المتوسطات المتحركة المرجحة هذه طريقة للتنبؤ تعتمد على إعطاء أوزان مختلفة لكل فترة زمنية من فترات التنبؤ. وهى تتشابه مع طريقة المتوسطات المتحركة البسيطة فى اعتمادها على البيانات التاريخية، وفى قدرتها على استبعاد التغيرات العشوائية، وفى قيامها على إضافة القيم الحديثة وإسقاط القيم القديمة. ولكنها تختلف مع طريقة المتوسطات المتحركة البسيطة فى أنها تعطى أوزاناً مختلفة الزمنية التى يعطيها التنبؤ، ففى هذه الطريقة لا تتساوى الأهمية النسبية لكل فترة زمنية، إنما يكون الوزن النسبى للفترات المبكرة أكبر من الوزن النسبى للفترات المتأخرة. فمثلاً، إذا كان مجموع الأوزان هو واحد صحيح فإن توزيع هذه الأوزان وفقاً لطريقة المتوسط المتحرك البسيط المكون من ٤ فترات هى ٢٥٪ لكل فترة. أما فى طريقة المتوسطات المتحركة المرجحة فإن الوزن النسبى قد يتخذ الشكل التالى ١٠٪، ٢٠٪، ٣٠٪، ٤٠٪، وهكذا.

والمعادلة العامة لطريقة المتوسطات المتحركة المرجحة هى:

م ق $_{س}$ = م ف$_{س-١}$ و$_{س-١}$ + م ف$_{س-٢}$ و$_{س-٢}$ + م ف $_{س-٣}$

و $_{س-٣}$ .. م ف $_{س-ن}$ و $_{س-ن}$

حيث :

م ق $_{س}$: الطلب المتوقع للفترة الزمنية س .

م ف $_{س-١}$ ، م ف $_{س-٢}$ ، م ف$_{س-٣}$ .. م ف$_{س-ن}$: الطلب الفعلى للفترات س — ١ س — ٢ ، س—٣ ... س— ن .

ن : فترة التنبؤ المستخدمة .

و $_{س-١}$ ، و $_{س-٢}$ ،و $_{س-٣}$ ... و $_{س-ن}$: الوزن النسبى للفترات الزمنية .

مثال :

إذا كان شركة المنتجات الحديثة ترغب فى التنبؤ بالطلب على الثلاجات خلال شهر يوليو :

١- باستخدام المتوسط المتحرك المرجح على أساس ٤ فترات وبأوزان ١٠٪، ٢٠٪ ، ٣٠٪ ، ٤٠٪ .

٢- استخدام السلسلة الزمنية التالية :

الطلب	فبراير	مارس	إبريل	مايو	يونيو	يوليو
القيمة الآلاف	٤٠	٤٨	٤٤	٥٢	٥٢	؟

الحل : **أولا** : نفرض أن :

م ق $_{س}$: الطلب المقدر للفترة س .

م ف $_{س-١}$، ط ف $_{س-٢}$، ط ف$_{س-٣}$.. ط ف $_{س-ن}$: الطلب الفعلى للفترات الزمنية س — ١، س —٢ ، س—٣ ..... س — ن .

ن : عدد الفترات الزمنية .

ثانيا : باستخدام هذه الافتراضات يمكن صياغة معادلة المتوسط المتحرك المرجح كالآتى :

م ق س = م ف س-١ و س-١ + م ف س-٢ و س-٢ م + ف س-٣ و س-٣ ...

م ف س-ن و س-ن

استخراج أرقام الطلب لشهر يوليو بتطبيق المعادلة السابقة على النحو التالى:

م ف يوليو = ٥٢ (٠,٤٠) +٥٢ (٠,٣٠) + ٤٤ (٠,٢٠) + ٤٨ (٠,١٠)

= ٢٠,٨ + ١٥,٦ + ٨,٨ + ٤,٨

= ٤٠ أى ٤٠ × ١٠٠٠

= ٤٠,٠٠٠ وحدة

مثال أخر :

المطلوب التنبؤ بالطلب باستخدام طريقة المتوسطات المتحركة المرجحة على أربع فترات بافتراض أن الوزن النسبى هو ١٠٪، ٢٠٪، ٣٠٪، ٤٠٪ وذلك باستخدام الأرقام التالية :

الحل :

الشهور	الطلب	متوسط متحرك ٤ شهور
١	٢٠٠	
٢	٢٥٠	
٣	٢٢٠	
٤	٢١٠	
٥	٢١٥	٢٠٠(٠،١) + ٢٥٠(٠،٢) +٢٢٠(٠،٣) + ٢٤٠(٠،٤) = ٢٣٢
٦	٢٢٥	٢٥٠(٠،١) + ٢٢٠(٠،٢) +٢١٠(٠،٣) + ٢١٥(٠،٤) = ٢١٨
٧	٢٠٠	٢٢٠(٠،١) + ٢١٠(٠،٢) + ٢١٥(٠،٣) + ٢٢٥ (٠،٤) = ٢١٨,٥
٨	٢١٠	٢١٠(٠،١) + ٢١٥(٠،٢) + ٢٢٥(٠،٣) + ٢٠٠(٠،٤) = ٢١١,٥
٩	٢١٨	٢١٥(٠،١) + ٢٢٥(٠،٢) + ٢٠٠(٠،٣) + ٢١٠(٠،٤) = ٢١٠,٥
١٠	٢١٢	٢٢٥(٠،١) + ٢٠٠(٠،٢) +٢١٠(٠،٣) + ٢١٨(٠،٤) = ٢١٢,٧
١١	٢٠٥	٢٠٠(٠،١) + ٢١٠(٠،٢) +٢١٨(٠،٣) + ٢١٢(٠،٤) = ٢١٢,٢
١٢	٢٠٥	٢١٠(٠،١) + ٢١٨(٠،٢) +٢١٢(٠،٣) + ٢٠٥(٠،٤) = ٢١٠,٢

الطريقة الآسية:

إن إحدى الطرق الأخرى التى تستخدم لتلاقى مشكلات المتوسطات المتحركة هى الطريقة الآسية فهذه الطريقة يمكن استخدامها فى التنبؤ بالطلب دون الحاجة إلى ضرورة لاحتفاظ بقدر كبير من المعلومات التاريخية، كما أنها تسمح بتعديل معدلات الاستجابة للتغيرات بسهولة، وكما هو الحال فى طرق المتوسطات الآخرى، فإن الطريقة الآسية قادرة أيضاً على حذف التقلبات التى تصاحب أنماط الطلب.

وهذه الطريقة تعتمد على تلك الإجراءات التى تتخذ لتقدير الطلب من خلال سلسلة زمنية بحيث تعطى القيم فى هذه السلسلة أوزانا آسية متدرجة وفقاً لحداثتها. ومعنى ذلك أن تعطى القيم الحديثة وزنا اكبر من القيم القديمة. فكل قيمة جديدة يتم تحديدها بالاسترشاد بالقيم القديمة المقدرة،وذلك بعد تسويتها بإضافة الفرق بين القيمة المقدرة والقيمة الفعلية وفقاً لمعامل تسوية يتم تقديره.

وترجع أهمية هذه الطريقة لعدة أسباب هى:

١- تتمتع بسهولة تعديل الأوزان التى تعطى للقيم.

٢- تحتاج إلى كمية محددة من البيانات.

٣- تشجع على استخدام الحاسبات الآلية.

٤- تتلائم مع طبيعة القيم التى تتغير حول متوسطها.

إن المعادلة العامة لهذه الطريقة يمكن التعبير عنها كما يلى:

التقدير الجديد = الطلب المقدر+ ك (الطلب الفعلى- الطلب المقدر)

حيث ك عبارة عن معامل التسوية.

فإذا فرضنا أن:

حيث ك معامل التسوية

فإذا فرضنا أن :

ط ق $_{س-1}$: الطلب المقدر للفترة س — ١ .

ط ف$_{س-1}$: الطلب الفعلى للفترة س — ١ .

ط ج $_{س}$: التقدير الجديد للفترة س .

ك : معامل التسوية .

س : الفترة

فإن التنبؤ للفترة الجديدة يمكن استخراجه بالمعادلة التالية :

التنبؤ الجديد= ك (أحدث طلب فعلى) + (١-ك)

(التقدير القديم لأحداث طلب فعلى).

إن التنبؤات التى تجرى وفقاً لهذه الطريقة هى شكل من أشكال المتوسطات المتحركة وكل تنبؤ جديد يمثل مجموع التنبؤات المرجحة السابقة. ويمكن التعبير عن ذلك جبرياً باستخدام الفروض التالية :

ط صفر= الطلب الفعلى للفترة الزمنية الأخيرة.

ط $_{١}$ = الطلب الفعلى للفترة الزمنية قبل الأخيرة.

ط $_{٢}$ = الطلب الفعلى للفترة الزمنية-الثانية قبل الأخيرة.

ك = معامل التسوية الثابت يتراوح بين صفر وواحد صحيح.

وهكذا فإن المعادلة اللازمة لتقدير متوسط الطلب الجديد تصبح كالآتى:

التنبؤ الجديد = (١-ك) ط صفر + (١+ك) ك^{٢} ط$_{م}$ + ...+ (١-ك) ك^{ن} ط$_{ن}$.

ط ج$_{س}$ = ط. ق$_{س-1}$ + ك (ط ف$_{س-1}$ — ك ق$_{س-1}$)

مثال:

فيما يلى البيانات التى أمكن استخراجها من سجلات إحدى المنظمات الصناعية عن الطلب الفعلى والمتوقع من ثلاثة شهور.

الفترة	فعلى	متوقع
يناير	٢٠	
فبراير	٢٥	٢٢
مارس	٢٣	

والمطلوب: التنبؤ بالطلب لشهر إبريل باستخدام الطريقة الآسية بافتراض معامل تسوية ٠,٤ وان تقديرات الفترة الثانية هى ٢٢ وحدة.

الحل:

أولاً: للحصول على تقدير إبريل نحتاج إلى تقديرات مارس

ق مارس = ق فبراير+ (ط فبراير– ق فبراير)

حيث:

ق : هو الطلب المقدر، ط: هو الطلب الفعلى.

وباستخدام الأرقام السابقة :

قمارس : ٢٢ + ٠,٤ (٢٥ — ٢٢) =

٢٢ + ١,٢ = ٢٣,٢

ثانيا : تحديد تقديرات أبريل :

ق أبريل = ق مارس + (ط مارس — ق مارس)

ق إبريل = ٢٣,٢ + ٠,٤ (٢٣ — ٢٣,١٢)

٢٣,٢ — ٠,٠٨ = ٢٣,١٢

طريقة خط الاتجاه العام

تعريف: هي طريقة إحصائية تقوم على استخدام معادلة خط الاتجاه العام (طريقة المربعات الصغرى) في تحديد العلاقة بين ظواهر معينة والزمن.

وتستخدم في التنبؤ بالطلب على نطاق واسع.

القانون :

١ – $ط_{ز} = أ + ب_{ز}$

حيث : $ط_{ز}$:الطلب المتوقع خلال فترة زمن الوقت .

أ : الحد الأدنى للطلب المعبر عن نقطة تقاطع منحنى الطلب مع المحور الرأسي .

ب : ميل منحنى الطلب المواجهة لعنصر الزمن .

ولاستخدام هذه المعادلة يلزم استخراج قيمة أ ، ب ويتم استخراج قيمة ب كالآتي :

$$ب = \frac{مج\,ط_{ز} - ن\,ط_{ز}}{مج(ز^{٢}) - ن(ز)^{٢}}$$

ويتم استخراج كالآتي :

أ = ط – ن $_{ز}$

حيث : $ط = \frac{مج\,ط}{ن}$ ، $ز = \frac{مج\,ز}{ن}$

س

مثال:

فيما يلى أرقام الطلب لإحدى الشركات في السنوات الأخيرة

١٩٩٥	١٩٩٦	١٩٩٧	١٩٩٨	١٩٩٩	٢٠٠٠
١٤	١٧	١٨	٢١	٢٥	٢٦

المطلوب: تقدير الطلب سنة ٢٠٠١.

الحل:

السنة	الفترة ز	الطلب ط	ط ز	ز٢
١٩٩٥	١	١٤	١٤	١
١٩٩٦	٢	١٧	٣٤	٤
١٩٩٧	٣	١٨	٥٤	٩
١٩٩٨	٤	٢١	٨٤	١٦
١٩٩٩	٥	٢٥	١٢٥	٢٥
٢٠٠٠	٦	٢٦	١٥٦	٣٦
	٢١	١٢١	٤٦٧	٩١

نستخرج ط = $\frac{١٢١}{٦}$ = ٢٠,١٦٧

نستخرج ز = $\frac{١٢}{٦}$ = ٣,٥

نستخرج ى = $\frac{٤٦٧ - ٦ (٢٠,١٦٧) (٣,٥)}{٩١ - ٦ (٣,٥)^٢}$ = ٢,٤٨٥

نستخرج أ = ٢٠,١٦٧ − ٢,٤٨٥ (٣,٥) = ١١,٤٦٨

نستخدم المعادلة الأولى :

ط = ١١,٤٦٨ + ٢,٤٨٥ (٧)

= ٤٨,٨٦٣ وحدة .

بعض طرق التنبؤ الإحصائية

الدوال الاقتصادية :

يعتمد المدخل الإحصائي للتنبؤ بالمبيعات على الدوال الاقتصادية فالدالة تصف متغيرات اقتصادية ظهرت خلال فترة معينة ، وفى كثير من الحالات تجد الشركات أن هناك علاقة مباشرة بين مبيعاتها وهذه التغيرات ، وتوافر الدوال المناسبة توافر أداة من أدوات تقدير المبيعات ومن هذه الدوال الآتى :

- الدخل الفردى.
- الدخل الزراعى.
- التوظيف.
- حجم الدخل القومى.
- أسعار البيع للمستهلك.
- أسعار الجملة.
- الإبداع فى البنوك.
- إنتاج الصلب.
- الإنتاج الصناعى.
- تسجيل السيارات.

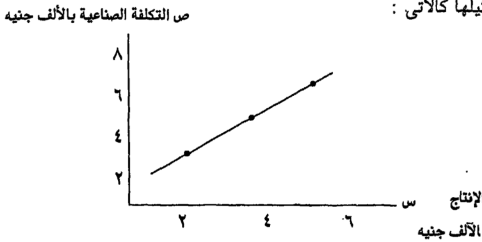
وهذه الدوال يمكن أن تحصل عليها الشركة من مصادر مختلفة.

العلاقة الخطية بين متغيرين :

لتوضيح طريقة استخدام هذا النوع من المعلومات سنعطى المثال التالى ولنفرض أن الشركة وجدت أن كمية إنتاجها وتكلفته لمدة الثلاث الماضية كالآتى :

السنة	المنتج بآلاف الوحدات	التكلفة الصناعة بالألف جنيه
الأولى	٢	٤
الثانية	٦	٨
الثالثة	٤	٦

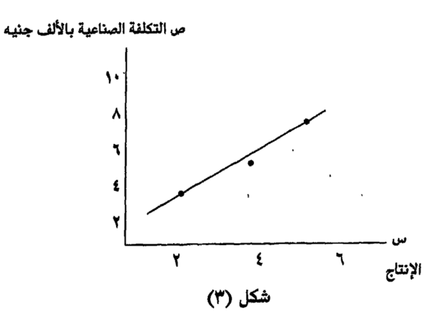
ويمكن تمثيلها كالآتى :



وبفحص هذه العلاقة الدالية نجد أنها تأخذ شكل خط مستقيم يظهر علاقة طردية قوية بين الإنتاج والتكلفة بمعنى أن هناك علاقة قوية طردية بين المتغيرين، ويمكن القول إن التكلفة الصناعية عند أى مستوى من مستويات الإنتاج يمكن أن تتحدد بالنقطة على خط الدالة عند نقطة ص التى تقابل نقطة تقاطع المستوى على الخط المستقيم فعندما يكون مستوى الإنتاج مساوياً ٣٠٠٠ وحدة وستكون التكلفة ٥٠٠٠ جنيه.

نفترض وضعاً آخر:

السنة	المنتج بالألف وحدة	التكلفة الصناعية بالألف جنيه
١	٢	٤
٢	٦	١٠
٣	٤	٦



شكل (٣)

من هذا الشكل يتبين لنا أننا لا نستطيع أن نربط النقط الملائمة بخط مستقيم واحد نتيجة لذلك فإن النقط لا تقع على خط واحد. ويمكن القول إن هناك علاقة خطية قوية بين هذين المتغيرين ولكنها ليست بالقوة الوجودة فى العلاقة الدالية بالمثال السابق. وعلى ذلك فهى أقل على التنبؤ بالتكلفة الصناعية عند مستوى معين من الإنتاج.

ويلاحظ أن العلاقة قد تكون عنى شكل منحنى ولكل للبسيط سنقتصر على علاقة الخط المستقيم. وفى المثالين السابقين فإن وضع المستقيم فى الموضع المناسب أو بمعنى آخر توفيق أحسن خط لمجموع النقط وكذلك قياس درجة الارتباط بين المتغيرين يجب تحديدهما قبل أن نتنبأ بالمبيعات ولتمهيد خط مستقيم يستخدم طريقة المربعات الصغرى Least quares .

طريقة المربعات الصغرى:

فى طريقة المربعات الصغرى تستخدم معادلة جبرية فى تحديد الخط المستقيم الأمثل، وأى خط مستقيم يمكن تمثيله بيانياً إذا عرفنا عنه عاملين، وهما النقطة التى يقطع فيها المستقيم المحور ص وتسمى هذه النقطة المحور ص، والثانى ميل المستقيم، وهى الزيادة فى الكمية على المحور ص لكل زيادة

وحدة واحدة على قيم المحور س، للتوضيح، ففى المثال السابق عند نقطة قطع ص تكون التكلفة ٢ وهذا يعنى انه عندما تكون التكلفة ٢٠٠٠ جنيه فإن وحدات الإنتاج ستكون صفراً، كذلك إذا تزايد الإنتاج من ٢٠٠٠ وحدة إلى ٤٠٠٠ وحدة فإن التكلفة تزيد من ٤٠٠٠ جنيه إلى ٦٠٠٠ جنيه، وهذا يعنى أن هناك زيادة ٢٠٠٠ جنيه لزيادة قدرها ٢٠٠٠ وحدة أى ١ جنيه لكل وحدة، وعلى ذلك فإن انحدار أو ميل الخط يساوى ١ وإذا عرفنا نقطة القطع ص، وكذلك الانحدار فإن عادلة الخط المستقيم تكون كالآتى:

ص= أ +ب س (١)

حيث أ = نقطة القطع ص، أو قيمة ص عندما س = صفر

ب= الانحدار (الميل)

وفى مثالنا هذا فإن معادلة الخط المستقيم يأخذ الشكل الآتى:

ص = ٢ + س (٢)

حيث ص = التكلفة الصناعية بالألف جنيه.

س = الإنتاج بالألف وحدة.

وإذا أخذنا مثالنا السابق وحاولنا اختبار هذه المعادلة فعند، س = ٢ فإن قيمة ص = ٤ وإذا ما كانت س = ٦ فإن ص = ٨، س= ٤ فإن ص = ٦.

والمعادلة فى افتراضا هذا تمكنا من أيجاد أى قيم لـ ص إذا كانت هناك قيم لـ س فإذا حاولنا تقدير التكلفة الصناعية لإنتاج ٣٠٠٠ وحدة من المنتج فإننا نضع قيمة ٣ مكان س، فى معادلة رقم ٢ وبذلك نحصل على قيمة ص وهى ٥ أو ٥٠٠٠ جنيه.

واستخدام المعادلة السابقة يعطى نفس السيجة أعطاها الخط المستقيم.

وطريقة المربعات الصغرى تسمح لنا بتحديد المعادلة باستخدام البيانات الأصلية مباشرة.

مجـ ص ١ = ت أ + ب س (٣)

مجـ س ص = أ مجـ س + س (٤)

حيث : $س_1$ = قيم المشاهدات المستقلة على المحور السينى والتى تحدد قيمة المتغير التابع على المحور الصادى .

ص = قيم المشاهدات السابعة التى تحددت من متغيرات س .

ن = عدد المشاهدات الزوجية (س ، ص) المعطاة .

= نقطة القطع ص من خط المستقيم، أو قيمة ص عندما س = صفر

ب = انحدار الخط المستقيم .

ولحل المعادلتين السابقين يعطى الجدول الآتي بالإضافة إلى البيانات الأصلية.

الإنتاج س	التكلفة ص	س×ص	س
٢	٤	٨	٤
٦	٨	٤٨	٣٦
٤	٦	٢٤	١٦
١٢	١٨	٨٠	٥٦

وبحل المعادلتين حيث : ن =٣، فإننا نحصل على الآتي:

١٨ = ٣ أ + ١٢ ب

٨٠= ١٢أ + ٥٦ب

وبحل هاتين المعادلتين فإننا نجد أن أ = ٢، ب= ١ وعلى ذلك تكون معادلة الخط المستقيم بهذه المشاهدات:

ص = ٢ + س (٥)

وإذا طبقنا هذه الطريقة على الوضع الثانى للإنتاج والتكاليف والذى يظهر فى شكل (٢) فإننا نحصل على المعادلة الآتية للخط المستقيم.

س = $\frac{٢}{٤}$ + ١,٥س (٦)

ولرسم هـذا الخـط فى المكان الصحيح فإننا يجب أن نجد نقطتين وان نـصل بـين هـاتين النقطتين. ولإيجاد هاتين النقطتين التى ستكون مساوية لكل مـن س،ص، تـؤخذ قـيمة س وتطـبق فى المعادلة ٦ ونغوص فى المعادلة لمعرفة مـا يقابـل هـذه القـيمة مـن قـيم ص. وعلى سبيل المثال فإذا كان س = صفر، فـإن ص = $\frac{٢}{٣}$ وس ٤ فـإن ص = ٤,٦٧ ونعـين هـاتين النقطـتين لقيم س ص ونرسم خط المستقيم ليصل بين الاثنين.

خط المستقيم الأمثل:

حتـى هذه المرحلة لم نعرف الخط الأمثل وهذا ما سنفعله الآن. فإذا لم تقـع جمـيع النقط على الخط كما هو الحال فى شكل (٢)، وإذا وضعنا قيم س فـى معادلـة الخط المستقيم التى حصلنا علينا من طريقة المربعات الصغرى فإنها لـن تعطـى لـنا قـيم ص الموضـحة فـى الجـدول نفسه، وللتوضيح إذا حللنا قيم س ٢، ٦، ٤ فـى معادلـة رقـم ٦ فإنـنا لـن نحصل على قيم ص المقابلة لهذه القيم وهى ٦، ١٠، ٦ للتكاليف. كمثال: عندما تكون س ٢ ستكون المعادلة:

$$ص = \frac{٢}{٣} + ٠,٥\ (٢) = ٣\frac{٢}{٣}$$

ولكـن قـيمة ص الفعلـية ٤ وعلـى ذلـك عـدة انحرافات مماثلة كما فى الجدول الآتى:

البيانات الأصلية		البيانات المحسوبة		
الإنتاج س	التكاليف $ص_١$	التكاليف $ص_٢$	الفرق بين $ص_١ - ص_٢$	مربع الفرق $(ص_١ - ص_٢)^٢$
٢	٤	$٣\frac{٢}{٣}$	$+\frac{١}{٣}$	$\frac{١}{٩}$
٦	١٠	$٩\frac{٢}{٣}$	$+\frac{١}{٣}$	$\frac{١}{٩}$
٤	٦	$٦\frac{٢}{٣}$	$-\frac{٢}{٣}$	$\frac{٤}{٩}$
			صفر	$\frac{٦}{٩}$

يتضح لنا من الجدول السابق خاصية من خصائص الخط المستقيم الأمثل وهى أن محصلة الاختلافات تظل دائماً مساوية للصفر.

كذلك نلاحظ من الجدول السابق أن مربعات الاختلافات كان مجموعها $\frac{٦}{٩}$ وهذا يبين خاصية أخرى للخط المستقيم الأمثل وهى أن محصلة مربع الانحرافات ستكون أقل ما يمكن، إذا ما قورن بمربع هذه الانحرافات لخط آخر رسم فى موضع مخالف، وستكون مربعات انحرافاته أكثر من $\frac{٦}{٩}$

معامل الارتباط

يقيس معامل الارتباط قوة العلاقة بين المتغيرات وهو:

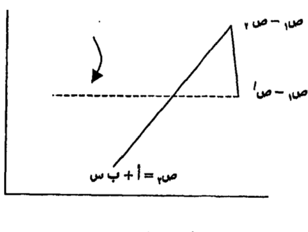
$$\text{المعامل} = \sqrt{١ - \frac{\text{مجـ}(ص_١ - ص_٢)^٢}{\text{مجـ}(ص_١ - \bar{ص})^٢}} \qquad (٧)$$

حيث : $ص_١$: تمثل القيمة التى اتخذت نفس الرقم سابقا (قيمة المتغير التابع الحقيقية)

$ص_٢$: هى القيم المأخوذة من المربعات الصغرى (قيمة المتغير التابع المقدرة) .

$س_٢$: هى متوسط قيم المتغير المستقل .

ويمكن أن نحلل هذه المتغيرات من الرسم التالى :



شكل (٤)

فـي شكل (٤) هناك أربعة نقط قد حددناها فى الافتراض، وقد حصلنا علـى الخـط الأمثل بطريقة المربعات الصغرى، ويمثل الخط المستقيم قيم النقط، أمـا $ص_١ - ص_٢$ كـذلك $ص_١ - \bar{ص}$ لإحـدى الـنقط وبالـتعويض عـن المعادلـة سيكون سليماً إذا كانت:

$$مجـ (ص_١ - ص_٢)^٢ < مجـ (ص_١ - \bar{ص})^٢$$

وذلـك حتـى يكـون ناتج القسمة أقل دائماً من ١ وبذلك لا تكون القيمة سالبة.

فى البسط $مجـ (ص_١ - ص_٢)^٢$ لا يمكن أن تكون سالبة لأننا نعمل على أسـاس مـربعات الفـروق،وبهذا لا تكـون سـالبة . كـذلك لا يمكـن أن تصل إلى الـصفر إلا إذا كانـت القـيم المحـسوبة مـساوية للقـيم الفعلية،وفـى هذه الحالة لـن يكون هناك انحرافا وستقع جميع النقط على الخط. لكن عندما يكون البسط مـساوياً للـصفر فـإن الجـزر التربيعـى سـيكون مـساوياً للواحد وفى هذه الحالة سيكون الخط هو الممثل لخط المستقيم وتكون العلاقة بين المتغيرين علاقة تامة.

وإذا كانت هذه العلاقة ضعيفة سنجد أن الانحراف $مجـ (ص_١ - \bar{ص})^٢$ سـيكون كبيراً فى البسط ومن ثم ستتناقص قيمة المعامل. والحد الأدنى للمعامل سـيكون مساوياً للصفر عندها لا يكون هناك علاقة إطلاقاً بين المتغيرين، ويمكن عن طريق مقارنة المعاملات الآتية أن نحدد مدى قوة هذه العلاقة.

قيمة معامل الارتباط:

٠,٩٥ إلى ١	ارتباط قوى جداً.
٠,٧٠ إلى ٠,٩٠	ارتباط قوى.
٠,٤٠ إلى ٠,٧٠	ارتباط متوسط .
٠,٢٠ إلى ٠,٤٠	ارتباط ضعيف
صفر إلى ٠,٢٠	ارتباط ضعيف جداً
صفر	ارتباط منعدم.

والآن نحدد مدى الارتباط بين المتغيرين الذى استبطنا بها المعادلة الخط المستقيم والتى استخرجناها بطريقة المربعات الصغرى من البيانات الآتية:

س (الإنتاج)	$ص_1$ (التكاليف)
٢	٤
٦	١٠
٤	٦
المجموع	٢٠

ومتوسط قيم التكاليف ($\bar{ص}$) مساويا $\frac{٢٠}{٣}$ وباستخدام هذه القيمة، وكذلك قيمة $ص_2$ ، التى تم احتسابها سابقا يمكن وضعها كما يأتى :

س	$ص_1$	$ص_2$	$ص_1 - ص_2$	$(ص_1 - ص_2)^2$	$ص_1 - \bar{ص}$	$(ص_1 - \bar{ص})^2$
٢	٤	$٣\frac{٢}{٣}$	$+\frac{١}{٣}$	$\frac{١}{٩}$	$-٣\frac{٢}{٣}$	$\frac{٦٤}{٩}$
٦	١٠	$٩\frac{٢}{٣}$	$+\frac{١}{٣}$	$\frac{١}{٩}$	$-٣\frac{١}{٣}$	$\frac{١٠٠}{٩}$
٤	٦	$٦\frac{٢}{٣}$	$-\frac{٢}{٣}$	$\frac{٤}{٩}$	$-\frac{٢}{٣}$	$\frac{٤}{٩}$
				$\frac{٦}{٩}$		

وبتطبيق الصيغة الرياضية لمعامل الارتباط نجد أن

$$\text{معامل الارتباط} = \sqrt{١ - \frac{\frac{٦}{٩}}{\frac{١٦٨}{٩}}} = ٩٨$$

ونجد هنا أن هذا الرقم يقترب من ١صحيح. إذن هناك علاقة الارتباط قوية بين المتغيرين ومن الواجب أن نتذكر أن نظرية الارتباط فى جانب منها تعطى صيغة أخرى لحساب معامل الارتباط وهى كالآتى :

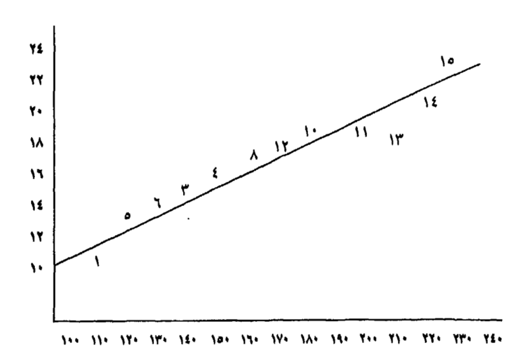
$$\text{معامل الارتباط} = \frac{\text{ن مجـ س } ص_1 - \text{ مجـ س } ص_1}{\text{ن مجـ س}^2 - (\text{مجـ س})^2 - \text{ن مجـ ص}^2 - (\text{مجـ } ص_1)^2}$$

ورغم أن العلاقة معقدة إلا أنها أداة بسيطة فعلاً لحساب معامل الارتباط وخصوصاً أنها تعطى لنا اتجاه العلاقة.

تطبيق المعادلة على التنبؤ بالمبيعات:

افترض أن هناك مصنع لصناعة بكر الحبال ووجد مبيعاته خلال الخمسة عشر سنة بطريقة مؤشر اقتصادى من نوع معين على النحو التالى:

السنة	المبيعات بآلاف وحدة	المؤشر الاقتصادى
١	١٠	١٠٠
٢	١٣,١	١١٣
٣	١٥,١	١٣٦
٤	١٥,٨	١٤٤
٥	١٣,٥	١٢٦
٦	١٤,٧	١٢٩
٧	١٦,٥	١٥٧
٨	١٨	١٦٠
٩	١٨,٢	١٧٤
١٠	٢١,٢	١٩١
١١	٢٣	٢١٤
١٢	٢٠,١	١٨٠
١٣	٢٣,٣	٢١٥
١٤	٢٤,٦	٢٢٤
١٥	٢٤,٤	٢١٨



المؤشر الاقتصادى المبيعات

من الرسم يتضح وجود علاقة قوية بين المتغيرين دون حساب معامل الارتباط، ولكن لا يمكن الاعتماد كلية على هذا المؤشر إلا انه لا يمكن معرفة هذا إلا عند انتهاء العام فعلاً، وهذا وقت متأخر لاستخدامه فى التنبؤ بالمبيعات والمؤشر النموذجى هو الذى يمدنا بدليل واضح عن اتجاه المبيعات. فعلى سبيل المثال:

إن كمية عقود التشييد تحدد كميات المواد الخام التى تباع خلال الفترة القادمة. لكن الحصول على مثل هذا المؤشر صعب فى بعض الحالات مثل الوكالات والمنظمات الحكومية، والبعض يترك عملية التنبؤ لوكالات متخصصة ولكن بشرط أن يكونوا مؤهلين بدرجة تفوق الأشخاص الذين يقومون بهذه الأنشطة داخل الشركة. وطالما وجد هذا المؤشر فإن الشركة يمكنها إيجاد العلاقة بين المبيعات وقيمة المؤشر بالمعادلة أو بيانياً.

ولتوضيح هذا المدخل نفرض أن معادلة الخط المستقيم شكل(٤):

ص = ١,٠ + ٠,١٠٩ س.

وإذا كـان التنـبؤ بالمؤشـر س = ٢٠٠ للسنة القادمة. فإن المعادلة تكون كالآتى:

ص = ٠,١ + ٠,١٠٩ (٢٠٠) = ٢١,٩

∴ المبيعات ستساوى ٢١٩٠٠ جنيه (٢١,٩ × ١٠٠٠)

ويجـب ملاحظـة أنـه إذا كـان التنـبؤ فـى شـكل وحـدات طبيعـية لمجمـوعات الإنتاج أو فى شكل نقدى للإنتاج الفردى أو لمجموعة الإنتاج فإنه يجب أن يحول إلى وحدات طبيعية.

** المشاكل والقيود فى استخدام هذه الطريقة:**

١-صـعوبة إيجـاد الدالـة الاقتـصادية الملائمـة بالإضافة إلى الحاجة لوقت كبير نظراً لوجود العديد من الدوال المتاحة.

٢- قـد تكـون الدالـة المـتاحة للـصناعة. وهـنا تقـوم الـشركة بالتنـبؤ بمبيعات الصناعة كلها ثم تقدر نصبيها منها بطريقة أخرى.

٣- قـد يكون المؤشر سنوياً والمنشاة تريد أن تتنبأ شهرياً، وهنا يتم قسمة التنبؤ السنوى على شهور السنة.

٤-قـد يكـون المنـتج جديـد، وبالـتالى لـن توجد بيانات يمكنها حساب معامل الارتباط .

٥- رغـم وجـود علاقـة حقـيقة بـين المـبيعات الماضـية للشركة واحد المؤشرات الاقتصادية إلا انه من المحتم أن تتم هذه العلاقة فى الواقع.

٦- تلعـب التـصميمات وطـرق التسويق والمنافسة دوراً فى التأثير على البيانات المستخدمة.

وعلـى ذلك فالطريقة تحتوى على بعض عناصر تجميع الآراء فى بعض أجزائها، والعكس فإن تجميع الآراء قد يحتاج إلى تعديل الدوال الاقتصادية .

والميزة الوحيدة من طريق الدوال الاقتصادية هى أنها أكثر موضوعية من طريقة تجميع الآداء.

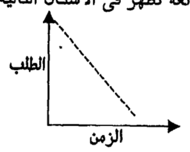
العوامل المؤثرة فى تحليل السلاسل الزمنية :

يتأثر الطلب على السلعة أو الخدمة المقدرة وفقاً السلسة زمنية معينة بعدد من العوامل المؤثرة هى: الاتجاه، والدورة، والموسمية، والعشوائية. ونتناول كل عامل من هذه العوامل كالآتى:

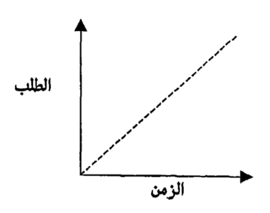
١- أثر الاتجاه:

يقصد بالاتجاه تلك التغيرات التدريجية التى تبين التقدير الطويل المدى الطلب على السلعة أو الخدمة التى يتم تقيمها ويقصد بالتقدير الطويل المدى تلك الفترة التى تمتد لخمسة سنوات أو أكثر. وتحدث هذه التغيرات نتيجة التغير فى العوامل المؤثرة على الطلب مثل زيادة الأجور أو تغير الأزان أو زيادة المواليد ..الخ وقد يكون الاتجاه تصاعدى أو تنازلى . فعندما يتخذ الطلب ٤٠، ٥٠، ٦٠، فمعنى ذلك أننا بصدد اتجاه تصاعدى، أما إذا اتخذت أرقام الطلب ٦٠، ٥٠، ٤٠، فمعنى ذلك أنا بصدد اتجاه تنازلى. كما أن الاتجاه قد يتخذ شكلاً خطياً أو غير خطى. ففى مثالنا السابق يعتبر الاتجاه التصاعدى اتجاهاً خطياً. أما فى مثالنا الثانى فإن الاتجاه السازلى يعتبر اتجاهاً غير خطى .

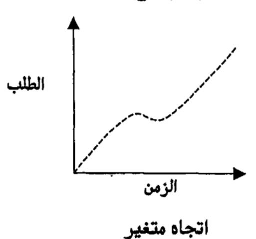
وإذا افترضا أن نفس الاتجاه سوق يستمر، ففى الحالة الأولى حيث الاتجاه تصاعدى فإن المطلوب سوف سكون ١٠٠ وحدة أما فى الحالة الثانية، حيث الاتجاه السازلى، فإن الطلب سيصل إلى ٦٠ وحدة، ويمكن أن يأخذ الاتجاه ثلاثة أشكال شائعة تظهر فى الأشكال التالية :



اتجاه تنازلى ثابت (خطى) حيث معدل التغير سالب



اتجاه تصاعدى ثابت (خطى) حيث معدل التغير موجب



اتجاه متغير

٢- أثر الدورة :

يحتاج رجال الإنتاج أكثر من مجرد تحديد أثر الاتجاه طويل المدى، لأن الاتجاه قد ينطوى على تغيرات دورية فمثلاً قد يؤدى الركود الاقتصادى إلى تخفيض المبيعات الخاصة بالسلعة أو الخدمة. وبالعكس فقد يؤدى الانتعاش الاقتصادى الانتعاش الاقتصادى إلى زيادة المبيعات. وكل من التخفيض والزيادة يظهران حول الاتجاه. ومعنى ذلك أن التغيرات الدورية تأخذ شكل الموجات.

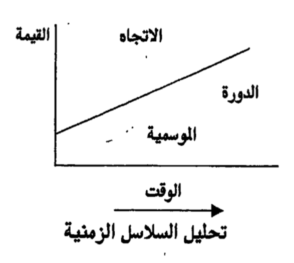
إن أثر الدولة يظهر خلال فترة التنبؤ التى تزيد عن السنة والتى لا تقل عن خمسة سنوات، وذلك بمتوسط قدره ٣ سنوات. وهى قد تحدث بسبب حالات التقلب الاقتصادى.

٣- أثر الموسمية :

قد يحتاج رجال الإنتاج أحيانا إلى تقدير شكل الطلب فى إطار زمنى أقصر من ذلك الذى يغطى فترة الدورة، ويعرف ذلك فى ميدان التنبؤ بالموسمية، وأن أثر الموسمية عادة ما يظهر خلال أثنا عشر شهراً أو أقل. فخلال هذه الفترة الزمنية يتقلب الطلب على السلع أو الخدمات بطريقة واضحة .

٤- أثر العشوائية :

يقصد بالعشوائية عدم وجود نمط أو هيكل ومعرف للطلب. إن أثر العشوائية يمكن وصفه بأنه يعود إلى كل الأسباب التى لا يستطيع المخطط أن يتنبأ بها حتى باستخدام أكثر أدوات التنبؤ تعقيداً ودقة.



تحليل السلاسل الزمنية

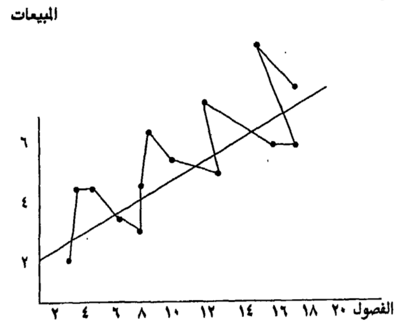
تعنى هذه الطريقة بتحليل المبيعات الماضية لتحديد طبيعة الاتجاه الحالى وهذا الاتجاه من الممكن أن يسوء فى المستقبل .

ولنفرض أن مستصنع لطلاء الدرافيل Roller fromes قرر أن يبدأ بالتنبؤ لمبيعاته فى السنة القادمة بهذه الطريقة، من خبرته يعلم أن مبيعاته تتقلب خلال العام نظراً لاختلاف الطلب، ففى الواقع فإن بداية الربع أول مع سوء

الطقس تبدأ المبيعات فى الانخفاض ثم يتحسن الطقس وتزداد المبيعات خلال الربع الثانى والثالث. نظراً لهذا الاختلاف على مدى الفصول ، فإنه يجب أن يعد بيانيه على أساس تقسيمها على أسابيع سندى. ولنفرض أن ذلك يتم خلال ٤ سنوات ماضية وهو بذلك يحصل على البيانات الآتية :

الفصول	المبيعات بالألف وحدة	الفصول	المبيعات بالألف وحدة
١	١	٩	٢
٢	٣	١٠	٤
٣	٤	١١	٦
٤	٢	١٢	٣
٥	١	١٣	٢
٦	٣	١٤	٢
٧	٥	١٥	٧
٨	٣	١٦	٤

والرسم الآتى يمثل هذه العلاقة .



هـذا الخـط يمـثل مـا يحـتمل أن تـتجه أن تنـتجه إلـيه المبـيعات فى المـستقبل، وأكثـر الطـرق شـيوعاً تلك التى استخدامنـاها فى رسم الخط المستقيم الأمثل ألا وهى طريقة المربعات الصغرى.

ومـن المعادلـة ص تمـثل المبـيعات، س تمـثل الفـصول ، وعـن طـريق المعادلتين الآتيتين يمكن استخراج نقطة القطع ص، انحدار الخط.

مجـ ص = ن أ + ن مجـ س

مجـ س ص = أ مجـ س + مجـ س

ويمكن أن تحتسب الكميات المطلوبة من البيانات الأصلية كالأتى:

الفصول س	المبيعات ص	س ص	$س^2$
١	١	١	١
٢	٣	٦	٤
٣	٤	١٢	٩
٦	٣	١٨	٣٦
٧	٥	٣٥	٤٩
٨	٣	٢٤	٦٤
٩	٢	١٨	٨١
١٠	٤	٤٠	١٠٠
١١	٦	٦١	١٢١
١٢	٣	٣٦	١٤٤
١٣	٢	٢٦	١٦٩
١٤	٥	٧٠	١٩٦
١٥	٧	١٠٥	٢٢٥
١٦	٤	٦٤	٢٥٦
١٣٦	٥٥	٥٧٣	١،٤٩٦

٥٥ = ١٦ أ + ١٣٦ ب

٥٣٤ = ١٣٦أ + ٥١،٤٩٦

وبحـل المعادلـتين نجـد أن أ = ٢١,٧٧٥ ب = ٠,١٩٥٦ وعلـى ذلـك سنكون معادلة الخط المستقيم كالآتى:

ص = ١,٧٧٥ + ٠,١٩٥٦ س

والاتجـاه الـذى تمـثله هـذه المعادلـة يمكـن أن نلاحظـه مـن شكل ٦، ونلاحـظ أن معظـم الـنقط لا تقـع فعـلاً علـى الخط، وهذا الاختلاف فى الواقع يرجع إلى اختلاف المبيعات الفعلية على المحسوبة من معادلة الخط المستقيم.

إن إجمـالى الانحـراف الخـاص بالمبيعات حول خط الاتجاه يتكون من ثلاثة أنواع:

أولهمـا: الانحـراف الفـصلى الـناتج مـن اخـتلاف قيم المبيعات تبعاً لاختلاف التفسيرات الفعلية من الطلب.

ثانـيها: الانحراف الدورى وينشأ من تقلبات ناتجة من الدورة التجارية وتتعلق بظروف اقتصادية .

ثالـثهما: إن المتبقـى ويمـثل باقـى الأسـباب خـلاف الـسببين المـتقدمين وهذه الأسـباب قـد تشمل فيما تشمله الحروب، حالات الطقس غير العادية وغيرها.

وللأسـف لـيس هـناك طـريقة كمـية مـتاحة لمعرفة الانحرافات الدورية والمتبقـية، ولن هناك طرق مرضية إلى حدها فى معرفة الاتجاه القيمى للمبيعات المـستقبلية مـع أخـذ الاخـتلاف الفـصلى فـى الاعتـبار وتـسمى بطـريقة معـدل الاتجاه.

افترض نفس المثال السابق والمعادلة كانت كالاتى:

ص = ١,٧٧٥ + ٠,١٩٥٦ س (٩)

وبعـد ذلـك فـإن قـيم المبـيعات الفعلية تقارن مع قيم المبيعات المحددة بواسـطة خط الاتجاه فى الرسم البيانى، وهذه المقارنة تمكن من حساب إجمالى الانحـرافات، وهذا يتطلب معرفة القيم المبيعات لعدة فصول ،ويمكن أن نعرف هذه القيم بتطبيق المعادلة (٩) فعلى سبيل المثال فإن اتجاه المبيعات فى الفصل الأول من السنة الأولى سيكون:

ص/ = ١,٧٧٥ + ٠,١٩٥٦ (٠) = ١,٩٧

وسـيكون قـيم المبـيعات كما يحددها خط الاتجاه فى الفصل الثانى من السنة الرابعة.

ص/ = ١,٧٧٥ + ٠,١٩٥٦ (١٤) = ٤,٥١

وهـناك الكـثير مـن الطرق تستلزم لقياس الانحراف الإجمالى حول خط الاتجـاه، أو الانحـراف بين المبيعات الفعلية الماضية وبين المبيعات الماضية كما حددها خط الاتجاه وأبسطها يمكن أن يحسب كالآتى:

ملاحـظ انـه فـى الفـصل الأول مـن السنة الأولى كانت المبيعات الفعلية تـساوى ١ والمبـيعات، مـا حسبناها معادلة الخط الاتجاه ١,٩٧ فمعنى ذلك أن إجمـالى الانحـرافات يـساوى ٠,٩٧ وعلـى ذلك نقيس هذا الانحراف عن طريق نـسبة المبـيعات الفعلـية ص إلى المبيعات كما حجها خط الاتجاه ص[٢] موضوعة فى شكل نسبة معنوية.

$$\frac{\text{ص}}{\text{ص}} = \frac{٥,٠٠}{٤,٥١} = ١١١٪$$

وهكـذا ، فاتـباع هـذه الطـريقة وهـى قسمة المبيعات الفعلية ص، على المبـيعات المحـسوبة بمعادلـة خـط المـستقيم ص وجعـل النسبة فى شكل مئوية ·لنحصل على الجدول الآتى :

الفصول	المبيعات الفعلية (ص)	المبيعات المقدرة ص'	النسبة	الفصول	المبيعات الفعلية (ص)	المبيعات المقدرة ص-	النسبة
١	١	١,٩٧	٥١	٩	٢	٣,٥٤	٥٦
٢	٣	٢,١٧	١٣٨	١٠	٤	٣,٧٣	١٠٧
٣	٤	٢,٣٦	١٧٠	١١	٦	٣,٩٣	١٥٢
٤	٢	٢,٥٦	٧٨	١٢	٣	٤,١٢	٧٣
٥	١	٢,٧٥	٣٦	١٣	٢	٤,٣٢	٤٦
٦	٣	٢,٩٥	١٠٢	١٣	٢	٤,٥١	١١١
٧	٥	٣,١٤	١٠١	١٥	٧	٤,٧١	١٤٩
٨	٣	٣,٣٤	٩٠	١٦	٤	٤,٩٠	٨٢

والآن نريد أن نتنبأ بالمبيعات المستقبلية على أساس فصلى لأن نموذج مبيعات هذه الشركة فصلى. والخطوة الأولى أن تحدد قيم المبيعات المستقبلية كما يحددها خط الاتجاه. بمعنى استكمال الفصول والقيام بالتعويض فى معادلة خط الاتجاه. فمثلاً إذا أردنا تقدير لمبيعات فى الفصل الأول من السنة الخامسة ستكون المعادلة كما يأتى:

ص = ١,٧٧٥ + ٠,١٩٥٦ (١٧) = ٥,١٠

كما قلنا إننا مدى الاختلافات أو الانحرافات السابقة يساوى مدة الانحراف فى المبيعات الحالية، ونقصد بالانحراف هنا ذلك الفرق الناتج من مقارنة المبيعات كما يحددها خط الاتجاه وقيمة المبيعات الفعلية.

وعلى ذلك يجب أن معدل هذه القيم التى تمثل المبيعات المستقبلية كما توضح على خط الاتجاه بالانحرافات الفصلية المتوقعة. ويمكن تحديد قيمة هذه الانحرافات بأخذ متوسط قيم الانحرافات خلال الأعوام السابقة للفصل المعين، فاستكملاً للتنبؤ الخاص بالفصل الأول من السنة الخامسة متوسط كما يلى:

$$= \frac{٥١ + ٣٦ + ٥٦ + ٤٦}{٤} = ٤٧$$

وهـذا يعنـى أن المبـيعات المستقبلية الفـصلية سـتـساوى ٤٧٪ فقـط من المبيعات المحـسوبة مـن خـط الاتجـاه. وهكـذا فإنه فى الفصل الأول من العام القادم سيكون:

المبيعات = ٥,١ × ٤٧٪ = ٢,٤

بمعنى انه سيباع ٢٤٠٠ وحدة من وحدات الطلاء مع أخذ فى الاعتبار الانحـرافات الفـصلية. ومـن الخطـأ الاعـتقاد بـأن هـذا المتوسـط يمـثل محصلة الانحـرافات، فمـن المعـروف أن فى فصل معين من السنة فإن العوامل الفصلية التـى تؤثـر علـى المبـيعات تؤثـر دائمـاً عليها بحيث تجعل قيم الاتجاه أو قيم محـسوبة علـى أسـاس معادلـة خـط الاتجاه أعلى أو أقل من المبيعات الفعلية. وعلى عكس من ذلك فإن الأسباب المتعلقة بالدورة التجارية والمتبقية قد تسبب، انحـرافاً فـى معـين، وعلى سبيل المثال قد تكون سلبية أو إيجابية فى تأثيرها على المبيعات وعلى سبيل المثال قد تكون الأحوال الاقتصادية حسنة جداً، وفى الأجل الطويل فإن انحرافات الدورة والانحرافات المتبقيةResidual لفصل معين تلغـى بعـضها البعض بمعنى إذا كانت تلك البيانات الخاصة بالسلسلة الزمنية موضوع الدراسة مدتها طويلة نسبياً ولتكن ٤ سنوات فإن متوسط الانحرافات فى فـصل معين سيكون خالياً من انحرافات الدورة والانحرافات المتبقية، فلن تمثل إلا الانحرافات الفصلية.

والآن نحـاول حـساب عامـل الانحـراف الفصلى لكل فصل من الفصول مـن البـيانات الأصلية وبعد الحصول عليه سنعدل قيم المبيعات المحسوبة على أساس معادلة خط الاتجاه اعتماداً على فرضنا بأن مدى الاختلاف بين المبيعات المحسوبة على أساس معادلة خط الاتجاه الماضية وبين المبيعات الفعلية الماضية ستتخذ نفس الاتجاه فى المستقبل.

الفصل	النسبة المئوية للمبيعات الفصلية والمحسوبة				المتوسط ٪
	سنة ١	سنة ٢	سنة ٣	سنة ٤	
١	٥١	٣٦	٥٦	٤٦	٤٧
٢	١٣٨	١٠٢	١٠٧	١١١	١١٥
٣	١٧٠	١٥٩	١٥٢	١٤٩	١٥٧
٤	٧٨	٩٠	٧٣	٨٢	٨١

وبالنسبة للسنة الخامسة سيكون من المستحب أولاً المبيعات المستقبلية كما يحددها خط الاتجاه ثم نعدلها بمتوسط الانحراف الفصلى للفصل المعين.

الفصل ص	اتجاه قيم المبيعات	العامل الفصل المعدل	التنبؤ = ص/ × العامل معدلا
١٧	١,٧٧٥ + ١,٩٥٦ (١٧)		٢٠٤
١٨	١,٧٧٥ + ١,٦٥٩ (١٨) = ٥,٣	١,١٥	٦,١
١٩	١,٧٧٥ + ١,٩٥٦ (١٠) = ٥,٤٩	١,٥٧	٨,٦
٢٠	١,٧٧٥ + ١,٩٥٦ (٢٠) = ٥,٦٩	٠,٨١	٤,٦
			٥,٧

والعدد الأخير بمثل التنبؤ بآلاف الوحدات لكل فصل من فصول السنة القادمة معدلاً بانحرافات الفصل، ويجب أن نلاحظ إذا كانت السلسلة الزمنية مأخوذة على أساس سنوى فلن يكون هناك انحراف فصلى، وعموماً فإن النتائج من تحليل السلاسل الزمنية يجب أن يعدل بما نتوقعه الشركة من تغيرات فى الظروف الاقتصادية والظروف الأخرى بحيث يعكس تغيرات الأسعار والإعلان وغيرها- وذلك قبل وضع التنبؤ النهائى - يجب أن يكون فى شكل وحدات إنتاج خفيف لأغراض التخطيط وإذا كان نقدى أو أساس مجموعات الإنتاج فيعالج كما سبق .

والمزايا والعيوب :

هذه الطريقة أكثر موضوعية من طريقة تجميع الآراء، ولا تتطلب إيجاد دوال اقتصادية بل كل ما تتطلبه من معلومات ستكون موجودة فى سجلات الشركة، كما أنها تساعد على التنبؤ الشهرى أو الأسبوعى نظراً لتوافر البيانات بالنسبة لتغيرات السابقة، وهذا أسهل منه فى حالة طريقة تجميع الآراء أو تحليل الارتباط التى تضطر إلى اتباع بعض الإجراءات لتقسيمها على أساس شهور السنة.

وعلى الرغم من هذه المزايا فلها بعض العيوب ومنها أنها لا يمكن استخدامها فى السلع الجديدة لانعدام السلسلة الزمنية للمعاينة، وفى هذه الحالة قد تستخدم سلسلة زمنية للصناعة كلها، ثم نحاول معرفة نصيب الشركة من سوق الصناعة المعينة .

والاعتراض الآخر الموجه لهذا المدخل هو أن المبيعات المستقبلة المحسوبة من خط الاتجاه تتأثر بالاتجاه التصاعدى أو التنازلى لهذا الخط والذى يكون السبب فيه ارتفاع مستوى المعيشة بين الأفراد أو انخفاضها ، أذواق وعادات المستهلكين، مدى قبول المستهلكين للسلعة المنافسة وغيرها وافتراضنا بأن هذه التغيرات ستتبع نفسَ النموذج الماضى لا يمثل أكثر من مجرد افتراض قد يكون صحيحاً أو خطأ وفى هذه النقطة بالذات فهى لا تزيد عن طريقة تجميع الآراء أو تحليل الارتباط وهناك تساؤل عن إمكانية حدوث ذلك من عدومه . وعلى ذلك إذا ما كان هناك خطأ سيكون اتجاه المبيعات وبالتالى يصبح التنبؤ خاطئاً. كذلك ليس هناك طريقة يمكن بها معرفة أثر سعر البيع، وأنواع المنتجات، وجودتها ومنافذ التسويق، والجهود الترويحية والظروف الاقتصادية وغيرها باستخدام هذه الطريقة والطريقة الوحيدة لأخذ هذه العوامل فى الاعتبار هو الاعتماد على التقدير الشخصى والخبرة بمعنى أن الشركة لا تستخدم مدخل السلاسل الزمنية كطريقة نهائية فى التنبؤ بالمبيعات بل تضف إليه أيضاً الآراء والخبرة والتقدير الشخصى .

الفصل الثامن

جدولة العمليات

- مقدمة .
- التعريف بجدولة العمليات .
- أهمية جدولة العمليات .
- أهداف جدولة العمليات .
- العوامل المؤثرة على الجدولة .
- نظام الجدولة.
- الجدولة فى حالة خط الإنتاج.
- الجدولة قى حالة الوحدة الإنتاجية .
- التتابع فى حالة الوحدة الإنتاجية .

الفصل الثامن

جدولـــــــة العمليـــات

Operations scheduling

مقدمة :

تبين أن الخطة الإجمالية للإنتاج تتناول مخرجات عملية التحويل بشكل إجمالى وذلك دون الدخول فى تفصيلات جزئية، ودون إعداد تخصيصات تفصيلية، سواء على مستوى المنتج أو خطة الإنتاج أو العمالة أو الطاقة، ولهذا ووفقا لمقتضيات التتابع المنطقى لشرح وتحليل وتفصيل تخطيط الإنتاج يكون من المتعين فى إطار هذا الاستعراض أن نخطو ونتقدم بالتحليل خطوة أخرى فى الاتجاه إتمام الشكل النهائى لتخطيط الإنتاج بكافة مستوياته وتفصيلاته، والخطوة الأخرى التى يتناولها هذا الفصل هى وصف وتحليل لمرحلتين من مراحل العمليات التخطيطية للإنتاج – والتى تلى مباشرة التخطيط الإجمالى للإنتاج – وهما المعروفتين باسم جدولة العمليات operations scheduling والتحميل loading وكلتاهما تعمل على تصميم العمليات للمساعدة فى تحقيق الكفاءة والفاعلية وحفظ التوازن والاستقرار لتتابع العمل وإنسيابه، وإذا كانت الجدولة تتعلق أساسا بإيجاد وتحديد وتعيين التوقيتات الزمنية اللازمة المخططة لأزمنة البداية والنهاية لكل نشاط ومهمة مستهدفة لتحقيق الخطة الإجمالية للإنتاج، فإن اصطلاح التحميل يتعلق بكفاءة استخدام واستعمال الطاقة capacity utilization ومن ثم تعيين التواريخ التى يمكن الوثوق منها لتسليم التعاقدات والطلبيات التى ارتبط بها المشروع .

وفى البداية يعنينا أن نوضح أن هناك ارتبطا وثيقا يصل إلى درجة ما من التداخل بين هاتين العمليتين – الجدولة والتحميل – فإذا كانت الجدولة تعنى بتقرير أين ومتى سوف يم أداء كل مهمة أو عملية؟ فإنه فى ذات الوقت أيضا نراعى الإحمال loads المتعلقة بمراكز العمل work centres، ولذلك

سنجد أنه من غير الممكن أن يتم تقسيمها إلى وظيفتين أو عمليتين مستقلتين تفصل بينهما خطوط فاصلة تعطى لكل منهما استقلالية وذاتية عن بعضها البعض، فدرجة اعتمادية التحميل على الجدولة تجعلنا نقرر أن إعداد الجدولة يستتبع فى ذات الوقت إعداد شكل التحميل، فلا تحميل دون أن يسبقه جدولة، ولا تحقق الجدولة أهدافها فى المساهمة فى تخطيط ومراقبة الإنتاج دون أن يتبعها تحميل ولعل هذا هو الذى دعانا إلى أن نجعل عنوان هذا الفصل العملية الأساسية والمظلة الرئيسية وهى الجدولة دون إضافة التحميل إليه باعتبار أنه من البديهى لوجود التداخل أنه سيتم التعرض للتحميل عند سرد عملية الجدولة .

التعريف بجدولة العمليات :

تعددت التعريفات التى أوردها الكتاب والمهتمين فى مجال إدارة الإنتاج سواء فى نطاق العمليات الصناعية أو المؤسسات الخدمية، إلا أننا سنجد رغم هذا التعدد اتفاقا كبيرا بين هذه التعريفات فى وصف وتحديد معنى جدولة العمليات، وإن كانت هناك بعض التعاريف التى لا تتفق صياغتها تماما مع مادرج عليه البعض الآخر، فإن ذلك لا يرجع إلى اختلافات جوهرية فى تحديد المقصود بجدولة العمليات بقدر ما يرجع إلى تضمين الجدولة عملية التحميل أيضا، ولذلك فإننا لا نرى أن هذه الاختلافات تصل إلى حد عدم الاتفاق ولكنها اختلافات شكلية حول ما إذا كنت الجدولة تحوى ضمنا التحميل أم أن كل منهما له معالمه وسماته الخاصة .

إذ يرى البعض أن الجدولة هى عملية تخطيط الإنتاج لفترات قصيرة قد تكون أسابيع أو أيام لعدة ساعات وهى تتضمن تخصيص الموارد المتاحة على الأوامر الإنتاجية، أو على الأعمال والأنشطة اللازمة.

وفى تعريف أخر فإن الجدولة هى تقرير متى وأين يتعين أداء كل عملية ضرورية لتصنيع المنتج، وتخصيص الموارد المتاحة لمراكز العمل .

كـذلك يـرى كاتـب أخـر أن الجدولـة هـى بمـثابة المرحلة الأخيرة من مراحل تخطيط الإنتاج وهى تغطى العمليات اللازمة للإنتاج وتحديد وقت البدء والانتهاء من كل عملية، وتوزيع العمل على الآلات والعمال أو مراكز العمل .

وفـى رأينا أنه يمكن تعريف الجدولة بأنـها "تقرير متى وأين تؤدى كل عملـية مـن العملـيات اللازمـة لإنتاج السلعة أو إنجاز الخدمة، وتعيين الأزمنة التى يبدأ فيها و (أو) يستكمل كل نشاط أو كل عملية مطلوبة، ودراسة العلاقة بين الأحمال loads والطاقات لمراكز العمل work centres

ووفقـا للتعـريف الأخـير ومـا يمكـن استخلاصـه أيـضا مـن التعـريفات الـسابقة، فإن اصطلاح جدولة العمليات يعنى التحديد الدقيق لتوقيت Timing العملـيات المعيـنة اللازمة لإنتاج السلعة أو إنجاز الخدمة وتحديد دور كل قسم مـن الأقـسام الإنتاجـية فـى أداء هـذه الأعمـال، وهى بهذا المعنى تشتمل على اسـتخدام المتاح من المعدات والتسهيلات والعم البشرى وتخصيصها على الأوامر الإنتاجية، أو على الأعمال والأنشطة اللازمة .

ويـصرف النظـر عـن طبيعة المشروع من حيث كونه صناعى أو خدمى، فإن الجدولة بصفة عامة نشاط مهم جدا لكلا النوعين من النشاط، وإن اصطلاح جدولـة العملـيات دون تخـصيص طبيعـتها الصناعية أو الخدمية إنما يعنى أن نـشاط الجدولـة مـن تلـك الأنـشطة التـى تكـون واجـبة التطبـيق على عمليات المشروع، أيا كانت تلك العمليات، سواء كانت تلك العمليات، سواء كنت ذات صبغة عمليات صناعية لإنتاج سلعة أو ذات صبغة عمليات خدمية لأداء وإنجاز خدمة .

فالمـشروعات الـصناعية يـتعين علـيها جدولـة (أو تخـصيص) العمالة، والمواد، والإنتاج.. وغير ذلك على الأقسام الإنتاجية والأوامر، ولا يختلف الأمر أيـضا فـى المـشروعات الخدمـية، ففـى المستـشفيات أيضا يتعين عليها جدولة دخـول المرضـى admissions ، وجدولـة العمليات الجراحيةsergery ، وجدولة هيـئة التمـريض Nursing staff، وكذلك الأمر بالنسبة لكافة الوظائف المساعدة

الأخرى مثل إعداد الوجبات الغذائية، وشئون النظافة وصيانة المبنى، وأفراد الشئون الإدارية والسكرتارية، وفى معاهد التعليم على اختلاف مستوياتها كالمدارس، والمعاهد العليا، والجامعات يتعين عليها أيضا أن تقوم بجدولة قاعات ومدرجات وفصول الدراسة والمحاضرون والطلبة .

بل لا نكون مبالغين إذا قلنا أن نشاط الجدولة يتعين أن يتم أيضا حتى على المستوى الفردى لأصحاب المهن المختلفة، فالأطباء والمحاسبون، والمحامون، والمقاولون وغيرهم من مهن أخرى يتعين عليهم جدولة عملياتهم وواجباتهم .

وإذا كنا ننظر إلى عملية اتخاذ القرارات على أنها تأخذ شكل سلم هرمى، فسنجد أن قرارات الجدولة تأتى فى أخر مرحلة فى هذا السلم الهرمى قبل أن تتحقق المخرجات الفعلية للنظام المعين .

وخلاصة ما تقدم أنه يقع على الإدارة مهمة جدولة العمليات للأوامر الموجودة و (أو) الطلب المتوقع وقريب الحدوث، وهذه الجدولة لمدد تتراوح بين عدة أيام إلى شهر، وهى بهذا المفهوم تتضمن التفصيلات الدقيقة لخطة الإنتاج الإجمالية، إذ يتم تخصيص الأوامر الفعلية أولا على الموارد المعنية (تسهيلات، عمالة، ومعدات)، وعندئذ يتم وضع تتابع مراكز العمليات لتحقيق الاستخدام الأمثل للطاقة الفعلية الموجودة أو لتحقيق أى هدف أخر تراه الإدارة مناسبا.

ولعنا قد لاحظنا عند مناقشة موضوع التخطيط الإجمالى للإنتاج — فى الفصل السابق — أنه قد تم تخصيص الطلب المتوقع على فترات الإنتاج بصرف النظر عن نوعية المنتجات التى سيتم إنتاجها، أما فى الجدولة فإنه سيتم تجزئة الطلب المتوقع على كل منتج ثم يتم تخصيصه على ساعات معينة، أو يوميا أو على فترات أسبوعية على مراكز العمليات المحددة، وعلى ذلك فإن جدولة الإنتاج تغطى الجوانب التفصيلية الخاصة بخطة الإنتاج من حيث تواريخ البدء والانتهاء من الأعمال والعمليات وتتابعها، وكمية الإنتاج من كل

صنف، ونوعية وحجم المواد المستخدمة فى الإنتاج، ونوعية وعدد الآلات اللازمة، ونوعية وحجم العمالة المطلوبة وكافة الاحتياجات الأخرى .

أهمية جدولة العمليات :

يمكن الوقوف على أهمية جدولة العمليات وبصفة خاصة فى المجال الصناعى من تصور الآثار غير المرغوب فيها والتى تصاحب دائما غياب الجدولة، أو القصور فى كفاءة إعدادها، هذه الآثار تبرز أهمية جدولة العمليات ولماذا تلقى كل هذا الاهتمام والعناية كموضوع من موضوعات إدارة الإنتاج والعمليات، وفيما يلى أهم الآثار الناجمة عن عدم الاهتمام بالقدر الكافى بجدولة العمليات :

١- أن قصور وضعف وعدم كفاءة جدولة العمليات سينعكس أثره مباشرة فى صورة سوء استخدام للموارد المتاحة للمشروع من آلات، وعمال، ومعدات، ومواد إذ سيظهر الوقت الضائع فى الطاقات المتاحة من تلك الموارد، كساعات عمل غير مستغلة، أو ساعات آلات عاطلة دون استخدام ومن ثم يتدنى مستوى استغلال طاقات تلك الموارد، الأمر الذى سيجلب أبلغ الضرر بمركز الربحية لذلك المشروع، وتلك الطاقات غير المستغلة إنما تنشئ بسبب رئيسى هو سوء تخطيط استخدامها مما يجعلها فى حالة انتظار لحين وصول الأوامر التى تنفيذها بواسطتها، أو قد يفاجئ القائمون بالتنفيذ أن الطاقات المطلوبة لتنفيذ الأوامر المطلوبة غير متوافرة بالقدر الكافى، أو قد يحدث نتيجة لهذا القصور أن يتم التخصيص فى وقت غير ملائم، أو قد يظهر نتيجة لذلك إختناقات فى تدفق الإنتاج والنتيجة النهائية لكل تلك المظاهر غير المرغوب فيها هو اتجاه تكاليف الإنتاج إلى الزيادة، وهذا يضر ويضعف المركز التنافسى للمشروع فى مواجهة مشروعات أخرى منافسة تهتم ببلوغ درجة عالية من الكفاءة عند إعداد جدولة عملياتها .

٢- تكرار حدوث عدم الكفاءة فى جدول العمليات يؤدى إلى ظهور تأخير فى تتابع أوامر الإنتاج داخل النظام، إذ ستتحرك أوامر الإنتاج ببطئ وهذا يؤدى بدوره إلى زيادة فى التكاليف، وتأخير الانتهاء من الأوامر الأخرى، والذى ينشأ عنه دائما عدم رضاء العميل بسبب التأخير فى مواعيد التسليم، أو قد يلجأ المشروع إلى إنهاء الأوامر الهامة Hot jobs فى موعدها بزيادة الموارد المخصصة مما يرفع تكاليف التشغيل، لذلك يتم فى كثير من الأحيان قياس كفاءة عملية الجدولة بمؤشرات أهمها القدرة على تسليم الطلبات فى مواعيدها وكذلك مستوى استغلال المتاح من الإمكانيات

أهداف جدولة العمليات :

تسعى جدولة العمليات إلى تحقيق مجموعة من الأهداف تؤدى جميعها إلى تحسين موقف الربحية والمركز التنافسى للمشروع من خلال تخفيض التكاليف وإقامة علاقات طيبة مع العملاء خاصة بالالتزام بمواعيد التسليم المتفق عليها، وفيما يلى أهم الأهداف التى نرمى إلى تحقيقها من وراء إعداد جدولة سليمة وصحيحة للعمليات :

١- تهدف الجدولة إلى محاولة تخفيض وقت الأعداد setting time، مما يمثل وفرا فى الطاقة المتاحة يكافئ أو يعادل طاقة إضافية يكسبها المشروع، ويمكن للجدولة العمل على تحقيق هذا الهدف عن طريق تخفيض وقت التحضير والذى يعمل بدوره على تقصير دورة التشغيل وخصوصا إذا أمكن زيادة كفاءة وفاعلية تتابع العمل.

٢- كذلك تهدف جدولة العمليات — وامتدادا للهدف السابق — من خلال خفض المناولة والاستفادة الكاملة من القوى العاملة والطاقة الآلية، إلى تخفيض وقت الأداء الفعلى وهذا ينعكس بدوره على تكلفة الإنتاج على

خفضها، كذلك يتمكن المشروع من سرعة تسليم الطلبات للعملاء، كما أن عمليات المناولة والتتابع السليم للعمليات يؤدى إلى تخفيض حجم المخزون تحت التشغيل وما يستتبعه من تقليل رأس المال المستثمر فى المخزون وتخفيض تكلفة التخزين، وتخفيض التآلف والعادم، وإعطاء مزيد من حرية الحركة بدلا من التكدس حول الآلات، وتظهر كل هذه المزايا بصفة خاصة فى حالة الإنتاج المتغير، أما فى حالة خط الإنتاج والذى تم تصميمه ليعطى إنتاجيا متدفقا فقد لا يكون ذلك واضحا للطبيعة الخاصة لخط الإنتاج، ولكن تظهر به غالبا مشكلة عنق الزجاجة الناشئ بسبب عدم التوازن على المراحل المختلفة له.

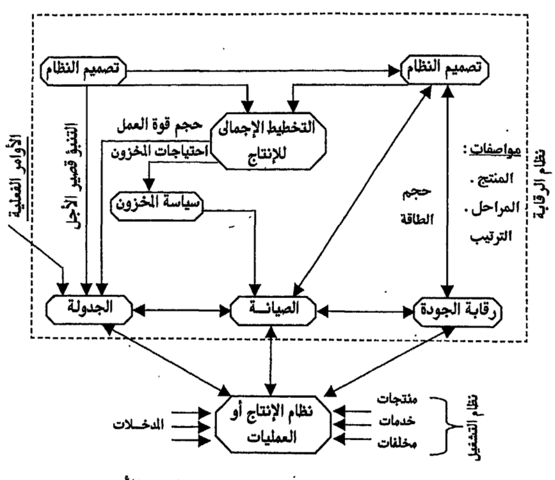
٣- تهدف جدولة الإنتاج أو حد من أو تخفيض الطاقة العاطلة للموارد المتاحة سواء كانت طاقة آلية أو بشرية، وهذا يؤدى إلى حسن استغلال الإمكانيات والموارد المتاحة بالوصول إلى أعلى نسبة من استغلال الطاقة الآلية، ورفع معدلات التشغيل للعمال، وهذا أيضا ينعكس على التكاليف وربحية المشروع بسبب زيادة الإنتاج التى ترجع إلى تخفيض تلك الطاقات العاطلة خاصة إذا علمنا أن التكاليف الثابتة المترتبة عليها نسبة كبيرة من تكاليف الإنتاج .

٤- تسعى جدولة العمليات إلى تسليم الطلبيات أو تقديم السلع إلى السوق فى مواعيدها المتفق عليها فى حالة طلبيات العملاء، أو المواعيد التى تتفق مع حاجة المستهلكين دون أى تأخير قد يتسبب عند ارتباك لخطط العملاء أو دفع غرامات تأخير أو التعرض لإلغاء الطلبيات إذا كانت شروط التعاقد تعطى هذا الحق للعميل .

العوامل المؤثرة على الجدولة :

برغم أن مشكلة الجدولة بصفة عامة تعتبر واحدة لكل المنظمات، إلا أن الطرق الخاصة المستخدمة لحلها فى إطار بيئة معينة تعتمد على نوع العمليات الإنتاجية المستخدمة، وحيث أن الجدولة تستخدم لتنظيم تدفق العمل regular work flow من خلال النظام، إذن يمكن القول بأن العامل الحاسم والأساسى والذى يحدد استراتيجية الجدولة التى تطبق هو نوع التدفق الذى يسمح به تصميم المراحل والعمليات process ، لذلك فإن اختيار الطريقة المعينة التى يتم على أساسها إعداد جدولة العمليات تعتمد على ما إذا كنا نتعامل مع مراحل مستمرة continuous process مثل تسلسل العمليات الإنتاجية فى مراحل الغزل والنسيج والتجهيز فى صناعة القطن، وكذلك مراحل الإنتاج المستمرة بمعامل تكرير البترول والتى تغرف بأنها حالة ثابتة التدفقflow shop وهى غالبا تتم فى شكل خط إنتاج أو إذا كنا نتعامل مع حالة أن يكون لكل أمر أو طلبية تدفق معين حسب مواصفات الطلبية أو نوع الخدمة المطلوبة، وهذه الحالة تتم من خلال ما نطلق عليه القسم الإنتاجى أو الوحدة الإنتاجية Job shop، حيث تتوقف أنواع العمليات المقدمة على طبيعة كل أمر وعناصره، وهناك حالة ثالثة أيضا وهى حالة جدولة مشروع project يقوم بتقديم منتج وحد أو خدمة وحيدة مثل أن يكون المستهدف هو تنفيذ مشروع معين بكامله مثل إنشاء كوبرى أو حفر بئر للبترول وهكذا، وفى جميع الحالات فإن كفاءة وفاعلية قرارات الجدولة تتطلب مراعاة اعتبارات متعددة أهمها تلك العلاقات التى توجد بين قرارات الجدولة والقرارات فى المجالات الأخرى والتى تتصل بمجالات التنبؤ forecasting، والتخطيط الإجمالى aggregate planning والمخزون، والصيانة، ومراقبة الجودة .

ويمكن الوقوف على هذه الشبكة من العلاقات والتداخلات من خلال الشكل التالى والذى يمثل علاقات نظام الجدولة بمجالات القرارات الأخرى، ويتبين منه أنه يتم إعداد الجدولة استجابة للأوامر الفعلية للطلب والتى وصلت فعلا من خلال طلبيات العملاء أو من خلال التنبؤات قصيرة الأجل بالطلب أو من كليهما معا، وأن الشكل المعين للجدولة يتأثر بما توفره الخطة الإجمالية من طاقات فى الأجل القصيرة (حجم قوة العمل، التعاقد من الباطن .. الخ) وبالمخزون المتاح، وبأنشطة الصيانة المطلوبة لاستمرار المحافظة على العمليات فى أحسن حالات التشغيل .



علاقة نظام الجدولة مع مجالات القرار الأخرى

المصدر :

Dervistsotis, K.N. operations management McGraw Hill Co., Tokyo 1981 p. 595

نظام الجدولة the scheduling system

بعد أن تم توضيح العلاقات الأساسية للجدولة مع باقى الوظائف واستخلصنا منها بصورة مختصرة تلك العوامل التى تؤثر على الجدولة والتى يعين أن تكون محل اهتمام يجب أن نعمل على توفير كافة بياناتها وصورها ونمط تأثيرها حتى لا تتم الجدولة فى غيبة من وضوح الرؤية الكامل لمثل تلك العلاقات، فإنه يكون من المفيد والمنطقى الآن أن نتناول بالتركيز الجدولة فى حد ذاتها، لقد وقفنا على العلاقات بينها وبين باقى الوظائف، لذا يكون من المتعين فى المرحلة التالية للدراسة أن ينصب كامل اهتمامنا على نظام الجدولة نفسه ومكوناته وعناصره الأساسية والتفاعلات الداخلية لتلك العناصر وأهمية ودور وتأثير كل منها على عملية الجدولة، ولقد قمنا بتقسيم عناصر النظام إلى ٥ مجموعات من العناصر رأينا أنها هى التى تشكل فى مجموعها نظام الجدولة ولا يمكن أن يتم عمل الجدولة إلا بعد التحليل الكامل لتلك العناصر الخمس وهى تشمل :

١- أنشطة أو مخرجات نظام الجدولة .

٢- المعلومات المطلوبة لنظام الجدولة (المدخلات)

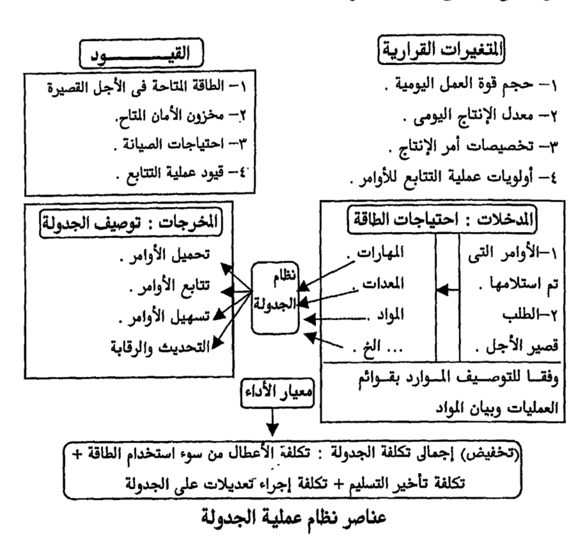
٣- القيود المفروضة على نظام الجدولة.

٤- المتغيرات القرارية لنظام الجدولة .

٥- معيار الأداء الذى سيتم من خلاله الحكم على نظام الجدولة .

ونظرا لأهمية تحليل محتويات ومضمون تلك العناصر الخمسة، فسنتناول فيما يلى شرحا تحليليا لهذه العناصر ومكوناتها ودور كل منها وتأثيره على إعداد جدولة العمليات وعلى تخصيص الأوامر وتتابع أداء

العمليات، والشكل التالى يصور عناصر نظام عملية الجدولة ونستتبعه بشرح توضيحى تحليلى لتلك العناصر.



عناصر نظام عملية الجدولة

أولا : أنشطة (مخرجات) نظام الجدولة :

Activities (or outputs) of scheduling system :

لقد جرت العادة بين الكتاب عند تناول عناصر النظام أن يتناولوا بالتحليل عنصر المدخلات فى بداية استعراضهم لتلك العناصر ثم يتبعونها بالأنشطة التى تناولت تلك المدخلات بالتشغيل والعمليات وصولا إلى العنصر الخاص بالمخرجات، إلا أننا فى هذا الجزء – لأهداف الشرح والتوضيح – سنخرج على تلك العادة مستندين فى ذلك إلى القاعدة التى تقرر أن الأهداف

هـى التـى تحدد ماذا يجب عمه، ومن ثم فإن نظام جدولة العمليات يتعين أن يجند كل الإمكانيات المتاحة لتحقيق المستهدف من وراء هذه الجدولة، أى أن الأهداف المنوطة بجدولة العمليات والنتائج المأمولة منها يتعين أن تكون بمثابة المرشد الذى يحدد المعلومات المطلوبة والقيود المفروضة والمتغيرات القرارية ومعيار التقييم والأداء لذلك فقد رأينا أن نبدأ أولا بتحديد مخرجات نظام الجدولة أو أنشطة الجدولة .

لقد سبق القول فى جزء متقدم من هذا الفصل أن جدولة العمليات تستهدف محاولة تخفيض وقت الإعداد، وخفض عمليات مناولة المواد، والاستفادة القصوى من القوى العاملة والطاقة الآلية، وإلى منع أو الحد من الطاقة العاطلة فى أى مورد من الموارد المتاحة، وتسليم الطلبات فى مواعيدها دون تأخير، إن تلك الأهداف جميعها لا يمكن تحقيقها وبدرجة عالية من الكفاءة إلا بضمان إعداد تدفق سليم للعمل خلال مختلف المراحل التى يتعين أن يمر عليها المنتج المعين، ولتحقيق هدف إنسياب وتدفق العمل مختلف المراحل الإنتاجية يتعين أن تكون أنشطة نظام الجدولة (مخرجات) هى تلك الأنشطة التى يمكن أن نضمن بعد إعدادها الإعداد الجيد والسليم تحقيق أهداف الجدولة السابق ذكرها، وبمعنى أخر أن عملية الجدولة تنطوى على مجموعة من الأنشطة يتم إعدادها والانتهاء منها فتصبح بمثابة مخرجات ذلك النظام، وفيما يلى أنشطة جدولة العمليات (المخرجات) :

١- عملية التحميل loading، وهذه العملية تعنى دراسة العلاقة بين الحمولة load وبين الطاقة المتاحة بكل مراكز العمل work center، وهذا يعنى أنه يتعين الوصول إلى نوع من التكافؤ والمواءمة بين الطاقات اللازمة لتنفيذ أوامر الإنتاج التى تم استلامها للوفاء بها وأيضا الأوامر المتوقع استلامها للتنفيذ، وبين الطاقات الموجودة والمتاحة، وتنتهى عملية التحميل بتخصيص الأوامر على مختلف التسهيلات المتاحة، والمشتغلين، والمعدات، ومختلف الإمكانيات الأخرى .

٢- عملية التتابع sequencing، عندما تنتهى عملية التحميل من تحديد الآلات أو مراكز العمل التى سوف تستخدم لتشغيل أوامر معينة، فإنه يلزم بعد ذلك تعيين المعين لتشغيل تلك الأوامر وفقا لأولوية تعيينه على الوحدات الإنتاجية .

٣- الإذن بالإنتاج dispatching، وهو يشير إلى عملية الترخيص بالأداء الفعلى لجدولة الأوامر ووضعها موضع التنفيذ والتشغيل .

٤- عملية مراقبة أداء الجدولة controlling schedule performance إذ لا ينتهى العمل على الأمر بالإنتاج عند مجرد إرساله والترخيص بتنفيذه فعليا ولكن يتعين أن يستمر العمل حتى يتم متابعة أداء الجدولة، إذ يتعين مراجعة أوضاع الأوامر بعد الترخيص بالتنفيذ من حيث مدى تقدمها عبر النظام، كذلك عملية المراجعة وإجراء تعديل على التتابع إذا ما كانت هناك حاجة إلى أحداث مثل هذا التعديل خاصة فى حالة ما إذا كانت هناك أوامر قد تركت أو أوامر أخرى لها أولوية عالية للتنفيذ تستدى إجراء مثل هذا التعديل فى التتابع .

٥- .تحديث الجدولة trpdating schedules أن وضع نظام الجدولة ليس جامدا وثابتا بل يتعين أن تكون به من المرونة ما يكفى لإدخال أى جديد عليه وتحديثه من خلال مراجعته باستمرار، فعملية التحديث هذه مطلوبة لتعكس أى تعديل أو تطوير فى ظروف العمليات والتشغيل الحالية، أو للتعامل مع ما تقرر من تعديلات على أولويات الأوامر التى سيتم تنفيذها، وبذلك نضمن أن نظام الجدولة ويتلاءم دائما مع الظروف الحالية ومن ثم يتسم بالواقعية .

وليس من المبالغة القول بأن تلك المهام والتى تمثل مخرجات نظام الجدول لها طبيعة معقدة، وتحتاج إلى عمليات حسابية ورياضيات فى تصل إلى مرحلة يعجز المخطط القائم بالجدولة عن أدائها بمحاولاته العادية دون استخدام أدوات وأساليب رياضية تمكنه من ذلك، والحقيقة أن هذه المهام

أصبح من الممكن الآن أن يتم إعدادها وباستمرار بعيدا عن تلك التعقيدات التى قد لا تشجع على الاهتمام بها بل قد تجعله ينصرف عنها، ولقد ساعدت الأشكال والرسوم البيانية وكذلك برامج الحاسب الآلى فى تسهيل التعامل مع هذه التعقيدات ومكنت الإدارة من القيام بدورها كاملا فى تقييم ورقابة أداء الجدولة .

ثانيا : المعلومات المطلوبة (المدخلات) لنظام الجدولة :

Information requirement (or Inpats) of scheduling

يتعين توافر القدر الكافى من المعلومات الضرورية لعمل الجدولة، فإذا كنا سنتعامل مع قرارات تتعلق بتخصيص الطاقة على الأوامر الإنتاجية، وتحديد أولويات الأوامر، ورقابة عملية جدولة الإنتاج، فإن كل تلك العمليات والمهام تحتاج إلى بيانات ومعلومات تفصيلية يتم استنادا إليها العمل على إنجاز هذه المهام، إذ كيف يمكن تخصيص الطاقة على الأوامر الإنتاجية فى غياب المعلومات الخاصة بمقدار ونوعية الطاقة المتاحة؟ وأين ومتى تكون متوافرة؟ وما هى متطلبات الأوامر الإنتاجية؟ وما هى العمليات الإنتاجية المطلوبة لتنفيذ كل صنف يضمه الأمر الإنتاجى ؟ والمزيد من تلك لتفاصيل من المعلومات، ولذلك فإذا كنا نعتبر أن مخرجات عملية الجدولة تتمثل فى عملية التجميل، وعملية التتابع والإذن بالإنتاج، ومراقبة أداء الجدولة، وتحديث الجدولة، فإن هذه الأمور كلها لن تتم إلا إذا توافرت المدخلات المطلوبة والتى تتمثل فى المعلومات التفصيلية عن نواحى كثير متعددة، والافتقار أى منها أو القصور فى توفيرها لن يمكن نظام الجدولة من أن ينتهى إلى قرارات الجدولة المطلوبة .

وفى هذا الإطار فإنه يتعين أن نحدد بدقة احتياجات الأداء من الطاقة capacity requirements سواء تلك الأوامر التى تم تسلمها أو من الطلب المتوقع فى المدى القصير، ونقصد بالطاقة هنا الكم والنوع من الموارد المطلوب استخدامها لتلك الأوامر من حيث المهارات، والمعدات، والمواد إلى أخر تلك

الاحتياجات من الموارد، وهذه المعلومات لها مصادرها التى يمكن الحصول عليها منها، فبالنسبة للمنتج المعين المطلوب إنتاجيه يمكن الحصول على تلك المعلومات الخاصة بالطاقة من قائمة العمليات operation sheet وهذه القائمة تحدد الموارد المطلوبة لتنفيذ مهمة معينة من المهارات البشرية المطلوبة، وكذلك التجهيزات الآلية، والأزمنة المعيارية، وغير ذلك من البيانات الخاصة بالطاقة البشرية والآلية، كذلك يمكن تحديد الاحتياجات من المواد والأجزاء وقطع الغيار، واحتياجات التوريد، وذلك بالرجوع إلى ما يسمى ببيان المواد Bill of materials .

ويجدر بنا أن نقرر فى هذا الموضع أن جودة قرارات الجدولة بمدلول كفاءتها وفاعليتها رهن ليس بمجرد توفير تلك المدخلات من المعلومات دائما وإنما يتوقف إلى مدى بعيد على جودة ودقة تلك التقديرات، ولهذا السبب كان من الواجب دائما العمل على تحديث تلك المعلومات المسجلة وتعديل أى تطور أو تغير يحدث فيها ليعكس الواقع الفعلى لها دون مبالغة أو تهوين، فلابد أن تعكس تلك المعلومات الواقع فعلا من حيث أوضاع القوة العاملة عددا ونوعية ومهارة وأى تغييرات تطرأ عليها، وساعات العمل المتاحة منها، وبيان الإجازات والانقطاع عن العمل وكل ما يندرج تحت بند الأوضاع الحالية للعاملين، كذلك الحال بالنسبة للمعدات المتاحة، هذا بالإضافة إلى التغيرات التى تحدث فى احتياجات الوحدة الواحدة من المنتج المعين من الطاقة بمختلف أنواعها والناشئة عن التغيرات المقصودة من جانب المشروع أو من جانب العميل فى تصميم المنتج أو فى محتوى العملية الصناعية المعينة، فلو حدث تعديل أو تغيير أو تطوير فى نموذج المنتج الحالى فحتما سيؤثر على احتياجاته من الطاقة فى مراحل تشغيله المختلفة، كذلك إذا تم تحديث تكنولوجيا المعدات والآلات بالمشروع سيترتب عليها جديدة باحتياجات الوحدة من العمليات الصناعية، واحتياجات الوحدة من الطاقة من كل منها ومن مختلف أنواع الموارد الأخرى، لهذا كله يصبح لزاما على القائمين بأمر الجدولة

ضمان أن تكون المعلومات المطلوبة جميعا وبالقدر الكافى متوافرة وتكون جاهزة تماما عند الاحتياج إليها وأن تكون مبنية على تقديرات صحيحة روعى فى إعدادها الدقة وتم تحديثها أولا بأول لتعكس الواقع الفعلى داخل المشروع وطبيعة عملياته ومستوى التكنولوجيا المتاحة والمهارات المتوافرة وأية معلومات أخرى تسهم فى إعداد الجدولة بكفاءة وفاعلية .

ولعل ما تقدم يؤكد ضرورة أن يكون لدى المشروع نظام متكامل للمعلومات يخدم مختلف النواحى والأنشطة، ومن بينها نشاط تخطيط الإنتاج عموما، وأن يتم تحديثه أولا بأول وتوفير معلوماته فى الأوقات المناسبة للاستخدام، وأن تكون المعلومات شاملة وتغطى احتياجات المخطط ليتمكن من أداء مهام وظيفته بيسر وكفاءة .

ثالثا : قيود نظام الجدولة : scheduling – system constraints

ونعنى بذلك أن هناك نهايات محددة تحد من العدد الهائل من البدائل المتاحة للاختيار من بينها، فأى مشروع مهما كان نوعه يملك من الموارد المختلفة بقدر معين ومحدد، فمثلا قد يكون هناك حد أقصى لما يمكن للإدارة الحصول عليه من مادة معينة، أو طاقة آلية معينة، أو راس المال معين، أو أن يكون هناك حد أقصى للطاقة الاستيعابية للسوق بالنسبة لنوعية معينة من السلع .. وهكذا، وهذا كله يعنى أنه يتعين تحقيق الهدف المنشود فى إطار القيود المفروضة على البدائل المتاحة أمام الإدارة.

المقدمة السابقة عن القيود تزهر أن هناك دائما نوعية معينة من القيود تكون مفروضة على مشكلة معينة عند التوصل إلى وجود حل أمثل لها، وعدم وجود أى قيود على المشكلة معناه لا توجد مشكلة تحتاج إلى حل، وفى إطار موضوع الجدولة، فإننا سنجد أنه بالقرب من الإعداد النهائى للجدولة تظهر لنا مهمة معقدة، إذ سنجد أنه سواء كنا فى حالة مشروعات صغيرة أو متوسطة أو كبيرة الحجم فإن عدد الحلول الممكنة والبديلة مذهل stayereing، وهذا راجع

إلى إمكانـية إعـداد عدد لا نهائى من التوليفات الممكنة لتشغيل مجموعة الأوامر
وعموما فإن القيود الواجب مراعاتها فى نظام الجدولة تتعلق بالنواحى الآتية :

أ – العمليات التكنولوجية (تتابع الأنشطة) .

ب– حدود الطاقة (الطاقة العادية والمعدات الجاهزة للشتغيل) .

ج– مـستلزمات الخطـة الإجمالـية للإنـتاج مـن حيث المخزون، حجم القوة العاملة، وحدود التشغيل لوقت إضافى .

د – احتياجات خطة الصيانة maintenance

هـ– حجم المخزون الاحتياطى بين المراحل والمتاح منه .

رابعا : المتغيرات القرارية لنظام الجدولة

Decision variables for scheduling system

يقـصد بالمـتغيرات القـرارية تلـك المـتغيرات ذات الصلة بنظام الجدولة وتقـع تحـت سيطرة ورقابة الإدارة والتى تتصل بعملية إعداد ومراقبة وتحديث جدولة الإنتاج، إذ أن هناك متغيرات معينة تتحكم فيها الإدارة زيادة أو نقصانا أو تحديـدا أو تعييـنا، تلـك المـتغيرات ذات تـأثير واضـح وأساسـى على نظام الجدولة وتلك المتغيرات هى :

أ – حجم قوة العمل اليومية .

ب– وضـع معـدل الإنتاج الفعلى بعد تعديله للأخذ فى الاعتبار الوقت الإضافى أو تخفيض الوقت العادى .

ج– التخصيص المحدد للأوامر على الموارد (العمالة، الآلات، ..)الخ

د – التتابع بمعنى تحديد أولويات الأوامر على مراكز التشغيل .

خامسا : معيار الأداء لنظام الجدولة :

performance criteria for scheduling system

أن الـتحديد الدقـيق للمـتغيرات القرارية السابقة يهدف إلى تعظيم أداء عملـية الجدولـة، ولكـن التـساؤل هو : كيف يمكن قياس أداء عملية الجدولة؟ الحقـيقة أن الأداء غالبا ما يكون من الصعب قياسه، إلا أن هناك من المؤشرات

ما يمكن الاعتداد بها كمعيار للأداء لنظام الجدولة، إذ كما سبق القول أن فاعلية نظام الجدولة المستخدم تتحدد بناحيتين هما :

١- درجة الالتزام بمواعيد التسليم كعنصر مؤثر على رضاء العميل.

٢- استغلال الطاقة المتاحة.

وبالنسبة للناحية الأولى وهى درجة الالتزام بمواعيد التسليم وشعور العميل بالرضا تبعا لذلك، فذلك أمر يمكن قياسه بمؤشر نسبة الطلبات التى تم تسليمها فى المواعيد المتفق عليها promised، وذلك بافتراض عدم تأثر مستوى جودة المنتجات خلال مرحلة إجراء التسهيلات اللازمة، من ناحية أخرى فإن عدم رضا العميل قد يأخذ بعد أخر غير عدم الرضا تجاه المشروع والتعبير عن ذلك فى صورة عدم التعامل معه بعد ذلك أو الاستياء من أداء المشروع، بل قد يتعدى عدم الرضا ذلك الحد بأن يستخدم العميل حقه الثابت فى التعاقد خاصة فى حالات المشروعات الإنشائية والمقاولات والعقود الحكومية ، إذ يكون على المشروع الذى لم يلتزم بالميعاد المحدد للتسليم أن يدفع غرامة تأخير وفقا لنص بنود الاتفاق معه، إذا حدث تأخير فى مواعيد التسليم وذلك كشرط جزائى تعويضا للعميل عن الارتباك أو الخسارة التى قد تلحق به نتيجة لهذا التأخير.

وأما بالنسبة للجانب الآخر وهو ما يتعلق باستغلال الطاقة المتاحة، فيمكن تقييم أداء نظام الجدولة فى هذا الخصوص بمؤشر نسبة الوقت العاطل idle time لمختلف مراكز العمل والتى يتم تحديدها من خلال دراسة عينات العمل .

الجدولة فى حالة الإنتاج :

Flow – shop scheduling

يتعين علينا قبل الدخول فى مفهوم جدولة الإنتاج، والشكل الذى يكون عليه فى حالة خط الإنتاج أن نتعرض أولا وفى عجالة إلى سمات وخصائص خط الإنتاج المستمر، وإن كان هذا العرض ليس مجاله هنا بل يتم

تـناوله بالتحلـيل والتفـصيل عـند التعـرض لموضوع أنواع أنظمة الإنتاج، إلا أن الوقـوف علـى طبيعة عملية الجدولة فى حالة خط الإنتاج تتطلب الفهم الواضح لـسماته وخصائـصه، ولـذلك سـنتناول فيما يلى السمات الأساسية لخط الإنتاج بشكل موجز ليخدم أغراض التحليل فى هذا الجزء :

١- يمـثل تدفـق الإنـتاج الـسمة الأسـاسـية لأنظمة الإنـتاج حسب المنتج (خط الإنـتاج)، وهـذا يعنـى أن طبـيعة الإنـتاج على خط الإنتاج مستمرة دون توقـف continuous ، وبديهـى أن قـيام النظام يتوقف على وجود طلب مـستقر ومنـتقم وأن حجـم الطلـب علـى تلـك النوعـية مـن الـسلع يحقق اقتـصاديات التـشغيل، وأن المنـتج الـذى يتم إنتاجه على خط الإنتاج لا يـتوقف علـى طلبات ترد من العملاء ولكن يتم الإنتاج بمواصفات محددة وتنـتج السلعة بقصد تخزينها ثم دفع الكميات المختلفة إلى منافذ التوزيع المختلفة لمقابلة الطلب عليها ولذلك عادة ما يطلق على هذا النوع من نظم الإنتاج بأنه نظام الإنتاج للتخزين system production inventory وهذا يعنـى أن نمطـية المنـتج أمـر حتمى وضرورى لفاعلية هذا النظام، أما إذا تطلب الأمر تغيير فى شكل المنتج فإنه يكون فى المرحلة الأخيرة من خط الإنتاج إذا كان ذلك ممكنا واقتصاديا .

٢- تـستمد الخاصـية الثانية مضمونها من السمة السابقة وهى سمة النمطية، إذ طالمـا أن خـط الإنـتاج مصمم على أساس نمطية السلعة أو المنتج لذلك يكـون الترتـيب الداخلـى layout للمعـدات والآلات علـى أسـاس المنـتج product layout وبذلك يمكن اعتبار خط الإنتاج وحدة واحدة لا ينبغى تعطلـه عـند أيـة مـرحلة مـن مـراحله، ويطبق هذا النظام فى العديد من الصناعات مثل صناعة السيارات والأجهزة المنزلية .

٣- ضـرورة تحديـد العملـيات الـصناعية اللازمـة لإنـتاج المنـتج وتحديـد مواصـفاتها، مـع تحديـد التـتابع الزمنى لها ويتم تجميعها فى محطات تشغيل أو مراكـز عمـل work stations تقـوم كـل مـنها بعملية معينة أو

عدة عمليات أو أنظمة فى تتابع محدد تأخذ مكانها وفق هذا الترتيب فى خط الإنتاج .

٤- نظرا لنمطية المنتج فإن كل الوحدات تمر بنفس العمليات عند إنتاجها، ولذلك فهناك تدفق ثابت ومستمر يبدأ بالمادة الخام والأجزاء، ثم يزداد محتوى العمل بإطراد تحت هذا النظام من الإنتاج حتى الانتهاء من التشغيل الكامل للمنتج وخروج الوحدات جاهزة من خط الإنتاج .

٥- توازن جميع مراحل الإنتاج طالما أن إنسياب العمل على خط الإنتاج لا يتيح أية فترة انتظار للمواد تحت التشغيل، وبذلك يجب أن تتساوى أزمنة كافة المراحل الإنتاجية بما يحفظ التوازن المطلوب . ولذلك يتعين أن تكون الطاقة الإنتاجية عند كل مرحلة متعادلة مع المرحلة السابقة عليها والمرحلة اللاحقة لها بما يضمن عدم وجود ما يسمى بعنق الزجاجة أو الاختناقات .

من الخصائص السابقة يمكن القول أن عملية الجدولة بمفهوم التخصيص والتحميل والتتابع وفقا للمفاهيم السابق ذكرها لا تمثل مشكلة بالنسبة لحالة خط الإنتاج والذى صمم على أساس تدفق معين وفقا للتتابع معين يتوافق مع حاجة السلعة التى يتم إنتاجها، أى أن مشكلة الجدولة بمعناها العام لا توجد حيث توجد حالة خط الإنتاج، ولكن المشكلة التى تظهر بشكل واضح وتعوق مسيرة التقدم فى العمليات المتتابعة هى الكيفية التى يتم بها تجميع المهام الضرورية فى مجموعات فى محطات العمل work stations بحيث تعمل على تحقيق قيود التتابع وتحقيق التوازن فى معدل مخرجاتها .

فإذا كان معدل المخرجات output rate يختلف من محطة عمل لأخرى فإن خط الإنتاج سيكون فى حالة عدم توازن out of balance، وسينشأ ذلك الاستغلال السيئ للطاقة المتاحة بتلك المراحل، كذلك تخفيض سرعة خط الإنتاج لتقديه بأقل طاقة متاحة بمحطة العمل المعينة على خط الإنتاج وتصبح

تلك المحطات ذات أقل طاقة هى المتحكمة فى سرعة خط الإنتاج وتبدأ ظهور نقاط الاختناق وعنق الزجاجة bottleneck عند تلك المحطة .

مشكلة توازن خط الإنتاج line - balancing problem

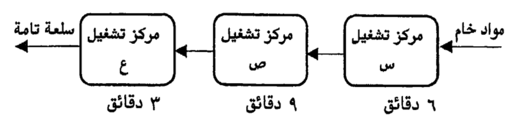
تتطلب عملية موازنة خط الإنتاج إلى توافر معلومات عن أزمنة أداء مختلف المهام والعمليات، وترتيب أدائها ومعدل المخرجات المقرر أو زمن الدورة للوحدة cycle time perunit، والشكل التالى يوضح المقومات الأساسية لمشكلة توازن خط الإنتاج :



أن عدم وجود توازن على خط الإنتاج سيؤدى إلى حالات من نقاط الاختناق، والتى تنشأ من عنق الزجاجة بمعنى أن المرحلة السابقة تكون أسرع من المرحلة التالية فى القيام بمهمتها المطلوبة على السلعة مما يؤدى إلى تراكم السلع تحت التشغيل انتظارا للدخول للمرحلة التالية للتشغيل، أو قد يحدث العكس ويظهر وقت عاطل فى بعض المراحل خاصة إذا كانت المرحلة السابقة أبطأ من المرحلة اللاحقة، فهذه الأخيرة تستمر فى حالة انتظار دون تشغيل حتى تنتهى المرحلة السابقة عليها من أداء مهمتها، ويمكن أن نوضح ذلك من المثال التالى :

مثال :

بغرض أنه يتم إنتاج سلعة على خط إنتاج مكون من ثلاثة مراكز تشغيل تبدأ بالمادة الخام وتنتهى بسلعة تامة الصنع وفيما يلى البيانات الخاصة بالزمن اللازم لتشغيل كل وحدة بكل مركز تشغيل على خط الإنتاج .



والمطلوب تقييم التدفق على هذا الخط الإنتاجى موضحا توازن الخط من عدمه، وما هو مقدار وقت الدورة للسلعة الواحدة ؟

الحـل : مـن البـيانات الـسابقة يمكـن القـول بأن مجموع الزمن اللازم لإنـتاج سـلعة واحـدة هو زمن التشغيل فى المركز س + زمن التشغيل فى المركز ص + زمن التشغيل فى المركز ع = ٦ + ٩ + ٣ = ١٨ دقيقة .

وحتـى يمكـن الحكـم على التدفق على هذا الخط ومدى تحقيق التوازن عليه فإنه يمكن بمجرد النظر دون الدخول فى تحليلات أخرى القول بأن الخط الحـالى يعانـى مـن عـدم الـتوازن نظرا لعدم وجود تعادل وتساوى لسرعة مراكز التـشغيل علـى طـول الخـط والذى سينشأ عنه تراكم للسلع تحت التشغيل عند بدايـة مـراحل معيـنة ووجـود طاقـات عاطلة عند مراحل أخرى، وحتى يمكن توضـيح هـذه النواحـى يكـون مـن الأفضل أن نقوم بإعداد الجدول التالى والذى يمـثل تدفـق التـشغيل علـى خط الإنتاج عبر مراكز التشغيل الثلاثة وبفرض أن بداية التشغيل هو الثامنة صباحا تماما .

الوحدات	مركز التشغيل س			مركز التشغيل ص		مركز التشغيل ع			زمن الدورة سرعة الخط
	زمن بداية	زمن نهاية	زمن انتظار	زمن البداية	زمن النهاية	وقت عاطل	زمن البداية	زمن النهاية	
	ق س	ق س	ق س	ق س	ق س	ق س	ق س	ق س	ق
الوحدة الأولى	٠٠ ٨	٠٦ ٨	٠٠	٠٦ ٨	١٥ ٨	٠٠	١٥ ٨	١٨ ٨	٩ق
الوحدة الثانية	٠٦ ٨	١٢ ٨	٣	١٥ ٨	٢٤ ٨	٦	٢٤ ٨	٢٧ ٨	٩ق
الوحدة الثالثة	١٢ ٨	١٨ ٨	٦	٢٤ ٨	٣٣ ٨	٦	٣٣ ٨	٣٦ ٨	٩ق
الوحدة الرابعة	١٨ ٨	٢٤ ٨	٩	٣٣ ٨	٤٢ ٨	٦	٤٢ ٨	٤٥ ٨	٩ق
الوحدة الخامسة	٢٤ ٨	٣٠ ٨	١٢	٢٤ ٨	٥١ ٨	٦	٥١ ٨	٥٤ ٨	٩ق

ويتضح من هذا الجدول ما يلى :

١- أن سرعة هذا الخط الإنتاجى (زمن الدورة cycle time) هو ٩ دقائق وهذا يعنى أن هذا الخط تخرج منه سلعة تامة الصنع كل ٩ دقائق ويمكن أن نلحظ ذلك من تتبع الأزمنة الواردة كأزمنة نهاية لآخر مركز تشغيل وهو المركز (ع) إذ سنجد أن الوحدة الأولى تخرج من الخط فى الساعة ق ١٨ س ٨، والوحدة الثانية فى الساعة ق ٢٧ س ٨، والوحدة الثالثة الساعة ق ٣٦ س٨ وهكذا، وقد يتساءل القارئ عن سبب أن هذا الخط ينتج سلعة كل ٩ دقائق فى حين أنه وفقا للبيانات المعطاة أن كل سلعة تحتاج لإنتاجها إلى ١٨ ق، والحقيقة أن هذا التساؤل فى محله، وللإجابة عليه نقول أن السلعة الواحدة تحتاج لإنتاجها إلى ١٨ ق هذه حقيقة ولكن هذا شئ وسرعة الخط شئ أخر، فلننظر مثلا إلى الوحدة الأولى سنجد أنها دخلت مركز التشغيل (س) فى بداية الخط الإنتاجى فى الساعة الثامنة صباحا وخرجت من الخط كله بعد تماما تصنيعها فى الساعة ق١٨ س ٨ أى أنها مكثت فى الخط زمن إنتاجها المطلوب فعلا وهو ١٨ ق ولكن الذى يجعل سرعة الخط تختلف عن زمن إنتاج الوحدة الكلى راجع إلى أن التشغيل يتم بالتداخل بمعنى أنه بعد انتهاء مركز التشغيل (س) من تشغيل الوحدة الأولى إلى مركز التشغيل (ص)، لا يقف مركز التشغيل (س) فى حالة توقف انتظارا لإنتهاء الوحدة الأولى من كل مراكز التشغيل، بل يبدأ فى تشغيل الوحدة الثانية فى حين أن الوحدة الأولى مازالت فى مركز التشغيل (ص) ليتم إجراء عمليات المركز عيها إذ أن الإنتاج يتم بتدفق وليس بدفعات وهذا هو السر الذى يكمن وراء الإنتاجية المرتفعة لخطوط الإنتاج المستمرة .

٢- يلاحظ أن سرعة الخط الإنتاجى كما سبق القول هو (٩) دقائق وهذا الوقت هو بالتمام الوقت اللازم للتشغيل على السلعة فى أبطأ مراكز التشغيل على

الخـط الإنتاجـى وهو مركز التشغيل (ص٩ إذن يمكن القول بصفة عامة أن أبطأ مركز تشغيل على الخط الإنتاجى هو المتحكم فى سرعته .

٣- يلاحـظ علـى الجـدول أنـنا أضـفنا عمـود فى بداية مراكز التشغيل (ص)، وكـذلك بالنـسبة لمركـز التـشغيل (ع) لإظهـار زمـن الانـتظار وزمن الوقت العاطل . إذ سنجد وجود أوقات انتظار فى مركز التشغيل (ص)، ووجود أوقـات عاطلـة فـى مركز التشغيل (ع)، ويمكن توضيح كيفية حساب هذه الأزمنة كالآتى :

أ — أزمنة الانتظار عند التشغيل (ص) :

- سـنجد أن الوحدة الأولى خرجت من مركز التشغيل (س) فى الساعة ق٠٦ س٨، ودخلـت إلى مركز التشغيل (ص) فى الساعة ق٠٦ ، ٨س، أى أنـها دخلـت المـرحلة التالـية فور إنتهاء المرحلة السابقة ومن ثم فلم تنتظر تلك الوحدة لأى زمن بل بدأ التشغيل عليها فورا لذلك سنجد أن وقت الانتظار للوحدة الأولى فى مركز التشغيل (ص) = صفر .
- الوحدة الثانية خرجت من مركز التشغيل (ص) فى الساعة ق١٢ ٨س ولكنـها لن تدخل إلى مركز التشغيل (ص) مباشرة بل عليها الانتظار إلى أن ينتهى هـذا المركـز (ص) مـن الـوحدة الأولى التى-مازالت تحت التشغيل فى ذلك المركز لأنها دخلت إليه فى الساعة ٠٦ق ٨س وتنتهى فى الساعة ق١٥ س ٨ ومعنـى ذلك أن المركز (ص) غير مستعد لاستقبال الوحدة الثانية إلا فى الساعة ق١٥ ٨ س، إذن على الوحدة الأولى الانتظار لمدة ثلاث دقائق .
- الـوحدة الثالـثة خـرجت مـن المركـز (س) فـى الـساعة ق١ س ٨ ولكنـها لن تـدخل إلى مركز التشغيل (ص) مباشرة لأنه مازال مشغولا بالوحدة الثانية ولم ينتهـى مـنها بعـد حـيث أنـه سـينتهى فى الساعة ق٢٤ ٨ س، إذن ستنتظر الوحدة الثالثة لمدة ٦ دقائق حتى تدخل إلى مركز التشغيل (ص) .
- وهكـذا بالنسبة للوحدة الرابعة والوحدة الخامسة، وسنجد أن أزمنة الانتظار تتراكـم فـوق بعضها ٣، ٦ ، ٩، ١٢ وهكذا، وذلك يعنى تراكم الوحدات

المنتظرة للتشغيل على مركز التشغيل (ص) مما يؤدى إلى نقاط اختناق وظهور عنق الزجاجة على خط الإنتاج .

ب- أوقات عاطلة عند مركز التشغيل (ع) :

نلاحظ من الجدول السابق أنه قد أضيف عمود فى أول القسم المخصص لمركز التشغيل (ع) بعنوان الوقت العاطل، وذلك لحساب الأوقات العاطلة بذلك المركز وسوف نجد أنه بالنسبة للوحدة الأولى ستخرج من مركز التشغيل (ص) فى الساعة ق ١٥ س ٨ وتدخل مباشرة فى نفس التوقيت إلى مركز التشغيل (ع) وهذا يعنى أنه لا يوجد أى أنتظار أو وقت عاطل فى ذلك المركز الإنتاجى بالنسبة للوحدة الأولى، ولكن سيبدأ الوقت العاطل يظهر بدءا من الوحدة الثانية حيث أنها ستخرج من مركز التشغيل (ص) فى الساعة ق٢٤ س ٨ وفى هذا التوقيت سنجد أن مركز التشغيل (ع) لم يعمل منذ الساعة ق ٢٤ س ٨ وفى هذا التوقيت سنجد أن مركز التشغيل (ع) لم يعمل منذ الساعة ق١٨ س ٨ أى أن هناك٦ ق عاطلة فى مركز التشغيل (ع) بالنسبة للوحدة الثانية، وسيتكرر هذا الأمر للوحدات الأخرى، إذ سيترتب على وحدة طاقة عاطلة مقدارها ٦ دقائق فى مركز التشغيل (ع).

هذه النتائج تشير وتؤكد أن خط الإنتاج بهذا المثال يفتقد إلى التوازن فى التدفق مما ينشأ عنه نقاط اختناق فى بعض أجزائه وطاقة عاطلة فى أجزائه الأخرى ولهذا فإن هناك حاجة إلى موازنة هذا الخط الإنتاجى .

تحديد طاقة وكفاءة خط الإنتاج :

تعتبر طاقة وكفاءة خط الإنتاج من الموضوعات ذات الصلة بعملية الجدولة لهذا سنتعرض فى الجزء التالى لكيفية حساب طاقة خط الإنتاج أى معدل الإنتاج المتوقع خلال فترة زمنية معينة، وكذلك قياس كفاءة الخط .

أ – تحديد طاقة خط الإنتاج :

لتحديد طاقة خط الإنتاج يتم استخدام ما أسميناه قبل ذلك بزمن الدورة cycle time للوصول إلى معدل الإنتاج اليومى أو الأسبوعى أو لأى فترة زمنية مطلوبة لخط الإنتاج، فبالنسبة لمثالنا السابق وجدنا أن زمن الدورة هو ٩ دقائق وهذا يعنى أن سرعة خط الإنتاج هى الانتهاء من إنتاج سلعة كل ٩ دقائق، فإذا أردنا تكوين معادلة رقمية تحدد معدل الإنتاج فى وحدة زمنية معينة ولتكن ٦٠ دقيقة مثلا يمكن وعها رقميا كالآتى :

معدل الإنتاج لخط الإنتاج فى الساعة = $\frac{\text{٦٠ ق}}{\text{٩}}$ = ٦ $\frac{٢}{٣}$ وحدة – ساعة .

ويمكن بلورتها فى صورة معادلة لفظية كالآتى :

معدل الإنتاج لخط الإنتاج فى زمن معين = $\frac{\text{الزمن المعين}}{\text{زمن الدورة}}$

فإذا أردنا حساب معدل الإنتاج الأسبوعى لخط الإنتاج بافتراض أن هذا الخط يتم تشغيله ٧ فى الأسبوع وكل يوم ٨ ساعات، وكل ساعة ستون دقيقة كاملة يمكن تطبيق المعادلة التالية كالآتى :

معدل الإنتاج الأسبوعى لخط الإنتاج = $\frac{\text{٦٠} \times \text{٨} \times \text{٧}}{\text{٩٠٠}}$ = ٣٧٣ $\frac{١}{٣}$ وحدة /الأسبوع

ومن هذه المعادلة وتطبيقها يمكن القول أنه فى الإمكان التحكم فى معدل الإنتاج المحدد عن طريق التأثير على المقام، والذى يمثل زمن الدورة، فإذا كان فى الإمكان تخفيض زمن الدورة زادت بذلك طاقة خط الإنتاج .

ب– كفاءة خط الإنتاج Efficiency of line

ولقياس كفاءة خط الإنتاج فإن ذلك يتم من خلال مقارنة بين كل من :

الوقت اللازم لإنتاج وحدة واحدة تامة الصنع على الخط والذى يتم حسابه بجمع كافة أزمنة مراكز التشغيل على طول الخط والمحددة لإنتاج الوحدة الواحدة .

وفي مثالنا هذا كانت تلك الأربعة هي ١٨ دقيقة (٦ + ٩ + ٣) وإذا كانت مراكز التشغيل تتضمن عمليات توعية تفصيلية فيكون الزمن اللازم لإنتاج الوحدة هو مجموع أزمنة جميع الأنشطة لكافة مراكز التشغيل على خط الإنتاج

الوقت المستغرق فعلا فى إنتاج وحدة واحدة على الخط الإنتاجي، وهذا الوقت يمثل الوقت الفعلى المنصرف فى التشغيل لإنتاج الوحدة وهو يمثل زمن الدورة مضروبا فى عدد مراكز التشغيل حيث نه قد سبق القول أن الوقت الفعلى لإنتاج الوحدة لا يتم عن طريق جمع أزمنة التنفيذ لكل وحدة فى كل مركز تشغيل، لأن هناك تداخل فى التشغيل، وفى مثالنا هذا سنجد أن وقت الدورة بلغ ٩ دقائق ولذلك يكون الزمن المستغرق هو ٩ × ٣ =٢٧ دقيقة وهذا الرقم هو الذى يمثل الوقت المستغرق لإنتاج وحدة واحدة على خط الإنتاج .

وعن طريق نسبة الوقت اللازم لإنتاج الوحدة الواحدة إلى الوقت المستغرق فى إنتاج الوحدة نحصل على كفاءة خط الإنتاج أى :

$$\text{كفاءة خط الإنتاج} = \frac{\text{الزمن اللازم لإنتاج الوحدة على خط الإنتاج}}{\text{الوقت المستغرق فى إنتاج الوحدة على خط الإنتاج}} \times ١٠٠$$

$$= \frac{\text{مجموع أزمنة كافة الأنشطة اللازمة للوحدة على خط الإنتاج}}{\text{عدد مراكز التشغيل × زمن الدورة}} \times ١٠٠$$

وبذلك يمكن حساب كفاءة خط الإنتاج للمثال الذى نحن بصدده فيكون :

$$\text{كفاءة خط الإنتاج} = \frac{١٨}{٣ \times ٩} \times ١٠٠ = \frac{١٨}{٢٧} \times ١٠٠ = ٦٦,٦٧\%$$

وهذه النتيجة تشير إلى أن كفاءة خط الإنتاج الوارد بالمثال بلغت حوالى ٦٧٪ فقط وهذا يعنى أن هناك وقت عاطل مقداره ٣٣٪ (١٠٠٪ – ٦٧٪) فى كل وحدة تنتج، وهذا الوقت العاطل يعادل ٩ دقائق عن كل وحدة تنتج، وهذا الوقت العاطل قد تم حسابه من المعادلة التالية :

الوقت العاطل للوحدة الواحدة = الوقت المستغرق فى إنتاج الوحدة الواحدة – الزمن اللازم لإنتاج الوحدة = (عدد مراكز التشغيل × زمن الدورة) – الزمن اللازم لإنتاج = ٣ × ٩ – ١٨ = ٢٧ – ١٨ = ٩ دقيقة .

من الاستعراض السابق لجدولة خط الإنتاج يتبين أننا فى الحقيقة لا نواجه بمشكلة جدولة أو تخصيص أو ترتيب وتتابع فى حالة خط الإنتاج بالمعنى العام لها، ويرجع السبب فى ذلك أن خط الإنتاج أصلا قم تم تصميمه من البداية على أساس تدفق معين ووفقا للتابع معين يتوافق مع طبيعة السلعة المنتجة عليه ومن ثم فلا توجد مشكلة أن تندرج تحت مسمى الجدولة ولكن المشكلة التى دائما ما نواجهها فى خط الإنتاج هى تحقيق التوازن على خط الإنتاج والذى يؤدى غيابه إلى ظهور عاطلة أو نقاط اختناق وهذا ينعكس بدوره على طاقته وكفاءته وهناك بعض المشاكل الأخرى التى قد تظهر عند ترجمة الخطة الإجمالية للإنتاج إلى خطط لخط الإنتاج وهى موضوع مناقشة الجزء التالى:

ارتباط عملية الجدولة بالتخطيط الإجمالى فى حالة خط الإنتاج :

بالنسبة لإعداد الجدولة فى حالة خط الإنتاج فإنها تتم عن طريق ترجمة خطة الإنتاج الإجمالية والتى تم إعدادها لتغطى عدة شهور قد تصل إلى سنة كاملة، إلى جدولة تفصيلية قد تكون على أساس يومى أو على أساس أسبوعى، ونتيجة لهذه التفصيلات أى الانتقال من الخطة الإجمالية إلى الجدولة تنشأ عدة مشاكل فى اعتقادنا أنها ليست بالمشاكل الهيئة ولكنها تصل إلى مرحلة الخطورة التى يتعين التعامل معها بأسلوب علمى للتغلب عليها وبناء جدولة سليمة تضمن تحقيق درجة عالية من الكفاءة والفاعلية لخطة الإنتاج وهذه المشاكل هى :

١– لقد سبق القول بأن التخطيط الإجمالى يتولى إعداد تخصيصات للطاقة على أساس فترة بفترة لكل من ساعات العمل وساعات تشغيل الآلات وكذلك

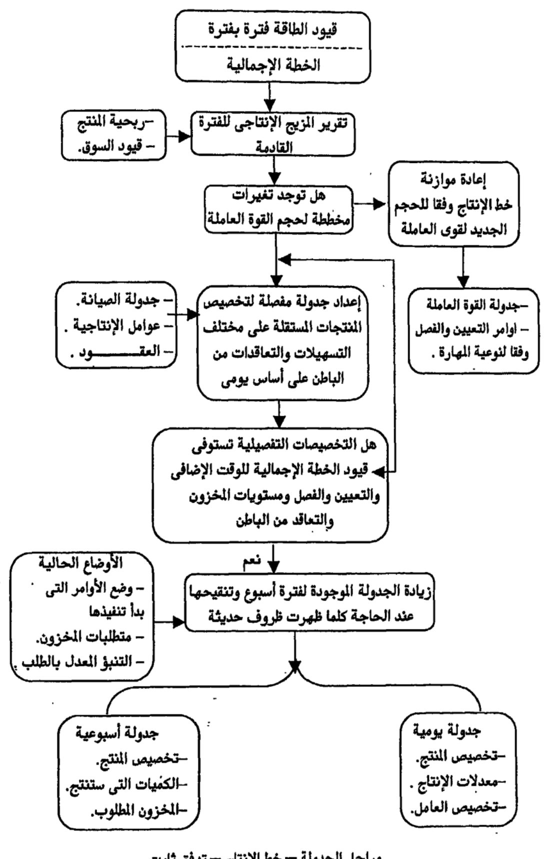
المخـزون، ولكـن عـدد إعـداد الجدولـة والتـى سـتتم على أساس يومى أو أسـبوعى يلـزم إذن تفكيك تلك الإجماليات إلى تخصيص مورد معين لمنتج معـين وهـذا هـو الـذى يعـرف باسم مشكلة المزيج السلعى product -mix problem إذ يـتعين أولا تحديـد المزيج الإنتاجى الأمثل والذى يعمل على تعظـيم الأربـاح، إذ أنـه فـى مرحلة التخطيط الإجمالى لم تتطرق لنوعيات المنتجات ولكن عند مرحلة الجدولة وتخصيص الطاقة يتعين تحديد المزيج الإنتاجـى وهـذه مشكلة يتعين تناولها باستخدام أساليب بحوث العمليات وصـولا إلى تشكيله المنتجات وكمية إنتاج كل منها لتحقيق هدف المشروع، بعـد ذلـك تـصبح عملـية تخـصيص الطاقة على منتج معين بالذات عملية سهلة وبسيطة.

٢- والمـشكلة الثانـية هـى أن خـط الإنـتاج flow shop لا يمـثل سوى مرحلة واحـدة فقـط من نظام توزيع الإنتاج متعدد المراحل، وبمعنى أخر لا يجب أن ينظـر إلى خط الإنتاج على أنه يمثل بمفرده نظاما إنتاجيا كاملا، ولكن يجـب أن ننظر إليه من منطلق أرحب وأوسع إذ أنه لا يمثل سوى مرحل مـن عـدة مـراحل تـتفاعل مـع بعضها البعض وتؤثر على بعضها البعض، حـيث أنـه ينـتظم فـى ظـل نظـام يتـضمن تدفـق المواد والأجزاء المطلوبة، وكـذلك المعلـومات وكل ذلك من خلال سلسلة تتضمن الموردين، والمصنع، ومخـزون المـصنع، والمـوزعين، وتجـار الجملـة، والمـستهلكين النهائـيين للـسلع، والمـستهلكين النهائـيين للـسلع، هذه السلسلة من الأطراف ذات العلاقـة بالـنظام منها بعض الحلقات أو المراحل خارجة عن نطاق سيطرة إدارة المـشروع ومـن ثـم يـصعب الـتحكم فـيه ورقابـتها، فمـثلا عدم توافر معلومات عـن أطـراف معيـنة، وكذلك زيادة زمن توريد الاحتياجات لكل مـرحلة سيؤدى حتما إلى تعميق وتوسيع التقلبات فى الطلب عند مستوى

الاستهلاك، والنتيجة هى زيادة التقلبات فى مستويات المخزون فى بعض المراحل، والتى تتسبب مرة أخرى فى أحداث تقلبات كبيرة غير مرغوب فيها فى معدلات الإنتاج الفعلية المطلوبة، هذه الأمور كلها لا يمكن تصورها أو استخلاصها أو الوقوف عليها فى التخطيط الإجمالى ولا تظهر إلا عند ترجمة الخطة الإجمالية ووضع الجدولة اليومية أو الأسبوعية مما تستدعى استخدام أدوات وأساليب للحد من تلك الآثار غير المرغوب فيها.

٣- وتظهر المشكلة الثالثة بسبب الحاجة إلى كثير من المعلومات التى تزداد تعقيدا كلما انتقلنا من مرحلة تخصيص الطاقة العامة general - capacity والتى وردت بالخطة الإجمالية التى تخصيص معين للموارد على أوامر الإنتاج فى مرحلة الجدولة، وهذه المعلومات التى تتسم بالتعقيد تمثل تحديا حقيقيا للإدارة سواء كنا ننظر إليها من منظور حجم تلك البيانات ومعدل تكرارها أو من حيث تحدثيها لتمثل المواقع أولا بأول.

ولمزيد من التوضيح لتلك المشاكل وكذلك للوقوف على طبيعة العلاقة والارتباط بين التخطيط الإجمالى للإنتاج وبين الجدولة فى حالة خط الإنتاج يمثل الشكل التالى مراحل الجدولة لنظام خط الإنتاج ومنه يتبين علاقته بالخطة الإجمالية وتفاصيل نظام جدولة خط الإنتاج.



مراحل الجدولة – خط الإنتاج – تدفق ثابت

المصدر : Dervisiotis K.N. op , cit , p 602

من الشكل السابق والذى يمثل مراحل الجدولة لخط الإنتاج – التدفق الثابت يمكن أن نلاحظ الآتى :

١– إن بداية مراحل الجدولة تبدأ من قيود الطاقة التى يمكن توفيرها فترة بفترة خلال المدة التخطيطية للخطة الإجمالية، ولقد سبق أن الخطة الإجمالية تقوم بتخصيص الطاقة الكلية المتاحة لكل نوع من أنواع الموارد على فترات الخطة الإجمالية، ولكن عند البدء بإعداد الجدولة يتعين إعداد تفصيلات أكثر شمولا من هذه الإجماليات الواردة بالخطة الإجمالية إذ يتعين على الإدارة توزيع وتخصيص طاقات الموارد المتاحة على كل نوع من أنواع المنتجات للمشروع وعلى كل قسم من أقسام التشغيل، وهذا لن يتأتى إلا إذا كان المشروع قد استقر على المزيج الإنتاجى الأمثل الذى سيقدمه للسوق، وحتى بافتراض أن كثير من المنتجات تتطلب نفس القدر من الموارد (ساعات آلات، ساعات عمالة .. الخ) فهل ستكون جميعها على قدم المساواة من حيث ربحيتها، أن اختلاف ربحية كل منها ستجعل من الضرورى استخدام أسلوب ما لتحديد المزيج الإنتاجى الأمثل والذى يصل بها من الأرباح إلى أقصى حد له أو يصل بالتكلفة إلى إدنى حدودها .

والسؤال هو كيف يتقرر المزيج الإنتاجى الأمثل؟ يتقرر ذلك المزيج الإنتاجى الأمثل من حيث الوصول بدالة الهدف objective function إلى أقصى حد لها مع مراعاة تلك القيود المفروضة على دالة الهدف، وهذه القيود المفروضة تتعدد وتتنوع وفقا كل موقف إنتاجى، فى مقدمة هذه القيود هى حدود الطاقة المتاحة آلية أو بشرية أو خاصة بتوريد المواد الخام أو الأجزاء وقيود الطاقة الاستيعابية للسوق وأى قيود أخرى تمثل حدودا على دالة الهدف، فعلى ضوء ربحية المنتج وفى إطار القيود المفروضة يمكن استخدام نماذج رياضية معينة قد تكون بسيطة أو قد تصل إلى حد الأساليب المعقدة لتحديد المزيج الإنتاجى الأمثل، إذ يمكن استخدام طريقة البرمجة الخطية بأساليبها المختلفة سواء البيانى أو السمبلكس أو النقل أو التخصيص أو أسلوب

برمجة الأهداف أو غير ذلك من أساليب البرمجة الخطية فى تقرير المزيج الإنتاجى الأمثل، وأصبحت معظم الصناعات فى وقفنا الحالة تلجأ إلى الأساليب الكمية لإيجاد حلول مثلى لمشكلة المزيج الإنتاجى، وعلى ذلك فإن أولى خطوات ومراحل جدولة العمليات لخط الإنتاج هو تحديد المزيج الإنتاجى الذى يحقق هدف المشروع .

٢- بعد أن يتم فى المرحلة الأولى من الجدولة تحديد وتقرير المزيج الإنتاجى للفترة القادمة يتم الانتقال إلى المرحلة التالية، وهذه المرحلة تركز على إيجاد توازن على خط الإنتاج بالدرجة الأولى، فإذا كانت هناك تغييرات فى حجم القوة العاملة المخططة من حيث التعيين أو الفصل فإنه يتعين أولا أن يتم إعادة موازنة خط الإنتاج وفقا للحجم الجديد للقوى العاملة، أما إذا تبين أنه لا توجد تغييرات مخططة لحجم القوى العاملة عندئذ ننتقل إلى الخطوة التالية من خطوات الجدولة، إلا أنه قد يكون من المناسب هنا أن نوضح أمرا قد يثير بعض اللبس لدى القارئ وهو الخاص بإمكانية إعادة توازن خط الإنتاج، خاصة بعد أن ذكرنا أن أحد سمات خط الإنتاج عدم المرونة، الحقيقية أن درجة المرونة فى وضع معدلات الإنتاج لخط الإنتاج قد تختلف من منظمة لأخرى وفقا لدرجة تكنولوجيا العمليات المستخدمة، إذ لا يخفى علينا أن درجة المرونة فى خط الإنتاج المعتمد على الآلية يختلف عن الآخر المعتمد على درجة محدودة من الميكانيكية فى التشغيل، إذن مرونة خط الإنتاج عملية ليست مطلقة، كما أن إمكانية إعادة التوازن ليست عملية سهلة دائما ولكنها تختلف وفقا لظروف الخط وطبيعته وظروف تشغيله ونظامه، وعموما إذا كان من غير الممكن العمل على إعادة التوازن لمختلف معدلات المخرجات فإننا يمكن ا نلجأ إلى تطبيق الوقت الإضافى أو تخفيض قوة العمل، ومثلا إذا كان خط التجميع assembly line غير مرن ويعتمد على الآلية فإنه يتعين أيضا العمل على مواءمة سرعة

الخط مع المعدلات المختلفة للمخرجات، وذلك مثلما يحدث فى مصانع تعبئة الزجاجات (مياه غازية مثلا)، ومصنع تغليف الأغذية وغيرها .

٣- بعد أن تتم إعادة موازنة خط الإنتاج فإن العمل يتجه بعد ذلك إلى إعداد جدولة منفصلة لتخصيص المنتجات التى تمثل المزيج الإنتاجى الأمثل على مختلف التسهيلات المختلفة، وعند هذه المرحلة قد نجد أن التسهيلات المتاحة غير كافية للوفاء بالطلب المتوقع عندئذ يتعين أيضا جدولة تلك المنتجات لاستكمال النقص فيها عن طريق التعاقد من الباطن وفقا للكميات التى تم تحديدها قبل ذلك فى الخطة الإجمالية، كل ذلك يتم على ضوء جداول الصيانة، وعوامل الإنتاجية، وعقود الاتفاق مع الغير لتدبير النقص فى الإنتاج ليقابل حجم الطلب المتوقع .

٤- وتأتى المرحلة الرابعة فى الجدولة على خط الإنتاج وهى تحديد عما إذا كانت التخصيصات التى تمت فى الخطوة الثالثة تستوفى قيود الخطة الإجمالية من حيث الوقت الإضافى، والتعيين والفصل، ومستويات المخزون، والتعاقد من الباطن (بدائل الإنتاج المتاحة) فإذا كانت تستوفى فيتم الانتقال إلى المرحلة الخامسة، أما إذا كانت المرحلة الثالثة لم تستوفى تلك القيود فعودة مرة أخرى إلى الخطوة الثالثة لإعادة الجدولة التفصيلية أخذا فى الاعتبار تضمين تلك القيود عند إعداد الجودة التفصيلية حتى تصبح ممكنة، والحقيقية حتى وقتنا هذا ليس لدينا الطرق التى تمكننا من اختيار الأفضل من بين عدد من الجدولات الممكنة feasible schedules حيث أنها مهمة صعبة جدا ويضعب حلها باستخدام مدخل الأمثلية .

٥- إعداد وتكوين الجدولة الممكنة للفترة التالية ومواءمة الجدولة الحالية لتعكس الظروف الحالية (موقف الأوامر التى بدأ التشغيل عليها مثلا، المستويات المختلفة المستهدفة للمخزون، والتنبؤ المعدل بالطلب) يتم دمجها معا لوضع جدولة تفصيلية لفترة أو فترتين قادمتين، بتحديد تخصيصات المنتج على التسهيلات، وكذلك تخصيصات العمال والآلات، وتقرير

مستويات المخزون وتواريخ الشحن، وبذلك تصبح معملية الجدولة عملية مستمرة وحركية وتمتد لتغطى فترة قادمة بعد إسقاطها لفترة سابقة.

الجدولة فى حالة الإنتاجية Job- shop scheduling

نقصد هنا بالوحدة الإنتاجية، القسم الإنتاجى أو الورشة الإنتاجية أو ما يتم تسميته فى بعض كتابات إدارة الإنتاج ورشة job-shop إلا أننا نفضل استخدام مصطلح الوحدة الإنتاجية لأنها تعكس تماما ما نقصد فى هذا السياق، فالوحدة الإنتاجية فى الأغلب الأعم تتكون من أكثر من مركز إنتاجى أو قسم أو عدد من الآلات ويتم إنتاج الطلبية أو تقديم الخدمة بالمرور على بعض أو كل هذه المراحل .

وليس بخلاف أن عملية الجدولة التدفق الثابت flow - shop والذى يتمثل فى خط الإنتاج، تعتبر عملية سهلة وبسيطة وذلك بالمقارنة بالجدولة فى حالة الوحدة الإنتاجية فهى عملية معقدة نسبيا فى الحالة وهذا يرجع إلى العوامل الآتية :

١- فى حالة خط الإنتاج كان التعامل يتم مع منتج نمطى وتدفق ثابت، أما فى حالة الوحدة الإنتاجية فالأمر يختلف إلى حد كبير جدا، فهى تتعامل مع عدد كبير ومختلف من المنتجات ولكل منها نمط مغاير ومختلف فى التدفق عبر مراحل التشغيل المختلفة، فاحتياجات تلك المنتجات للتشغيل ليست واحدة بسبب عدم نمطيتها فلكل منها مواصفاته الخاصة التى تتطلب شكلا مختلفا من التدفق وهذا يعطى نوعا من الصعوبة والتعقيد فى عملية التحميل .

٢- المعدات والتجهيزات المتاحة بالوحدة الإنتاجية. تتقاسم الوقت لمختلف الأوامر فى العمليات إذ أن كل أمر ليس من الضرورى أن يستخدم كل العمليات الموجودة بالوحدة الإنتاجية، بل أن الأوامر تتقاسم وقت التشغيل على التجهيزات وفقا لاحتياجاتها من تلك العمليات، فإذا لم تكن بحاجة

إلى التشغيل على آلة معينة فليس هناك مبرر لتحميلها عليها بعكس عمليات أخرى، وهذا الوضع طبعا يختلف فى حالة التدفق الثابت والتى تستخدم كل طلبية أو كل منتج كافة التجهيزات الآلية لخط الإنتاج والذى صمم أصلا لتأدية تلك العمليات على المواد تحت التشغيل فى تتابع معين يستخدم كافة تجهيزات الخط للانتهاء من إنتاج السلعة، وعلى ذلك فليس هناك تقاسم لوقت التجهيزات على الأوامر ولكن الطلبية بالأمر المعين تستخدم حضرا شاملا لكافة التجهيزات، ولعل ذلك أيضا يسهم فى تعقيد عملية الجدولة بالوحدة الإنتاجية والذى ينشأ أيضا بسبب خاصية تقاسم وقت التجهيزات للأوامر المطلوب تنفيذها والتى تتضمن منتجات مختلفة بأنماط مختلفة وتحتاج إلى عمليات مختلفة .

٣- قد تكون الأوامر الإنتاجية محكومة بأولويات مختلفة different porosities وهذا بدوره يؤثر على الأمر الإنتاجى الذى يتم اختياره للتشغيل فور تخصيص الأوامر على محطة العمل، وهذا ينعكس بلاشك على عملية الجدولة والتخصيص بالوحدة الإنتاجية، حيث أن كل أمر يتضمن منتج معين غير نمطى فى معظم الأحوال ومن ثم يتطلب عمليات مختلفة لتشغيله، ومن ثم فإن هذا الاختلاف مع اختلاف الأولوية سيؤثر على عملية الجدولة والتخصيص بعكس الحال فى التدفق الثابت على خط الإنتاج والذى يتميز بتمثال فى الوحدات المنتجة التى تخرج من الخط الإنتاجى فى طريقها إلى مخزن السلع الجاهزة، ومن ثم فإن الإنتاج المتدفق لا يخلق مثل تلك المشكلة وتعقيداتها والتى تظهر فى حالة الوحدات الإنتاجية، إذ أن تقرير وأولويات معينة للأمر فى حالة التدفق الثابت لا تؤثر على مواعيد التشغيل – لأن كل الأوامر المفروض أن تتناول نوعية واحدة من المنتجات التى يتم تشغيلها على ذلك الخط – ولكن التأثير لها يكون على تواريخ شحن الطلبيات إلى العملاء، فإذا جاء أمر إنتاجى يمثل أولوية أولى فإن ذلك لا علاقة له بالتشغيل على خط الإنتاج ولكن علاقته

تقع على عائق إدارة المبيعات التى سيتعين عليها إعطاء أولوية فى شحن طلبية ذلك الأمر من مخزون تلك المنتجات من مخزون تلك المنتجات الموجودة بالمخازن، إذن الأولوية هى أولوية شحن وليست أولوية تشغيل، فالتشغيل مستمر وخط الإنتاج فى تدفق ثابت ولا علاقة له مطلقات بأولويات الأوامر إلا فيما ندر من الحالات التى قد تحتاج إلى بعض التشطيبات الخاصة فى مرحلة نهاية الخط، وحتى فى تلك الحالة فتأثيرها محدود جدا بالإضافة إلى قدرتها .

وتنشأ عن هذه العوامل الثلاثة عدد كبير من بدائل التحميل المكنة وكذلك مجموعات من التوافيق combinations فى عملية التتابع، وهذا كله ينعكس على تعقيد وصعوبة العمليات الحسابية المطلوبة لتحديد وتقييم الجدولة المكنة، ولهذا السبب فإننا نجد أن عملية الجدولة فى حالة الوحدة الإنتاجية قد حظيت باهتمام بالغ فى الدراسات والأبحاث السابقة، ومن ناحية أخرى فإنه باستثناء المشاكل الصغيرة فإن إعداد الجدولة فى حالة الإنتاجية وتطويرها وتحديثها يتطلب استثمارات كبيرة فى بعض التسهيلات التى تستخدم فى عملية التقييم خاصة عند استخدام الحاسب الآلى فى ذلك.

وسنتناول فى الجزء التالى دراسة وتحليل الجدولة فى حالة الوحدة الإنتاجية job - shop وذلك من خلال شرح وتفسير مشكلة تحميل الأمر الإنتاجى job loading وبالنسبة للموضوع الأول وهو مشكلة تحميل الأمر الإنتاجى فإنه يتعين علينا أن نقرر ما هى محطات العمل المختلفة work centers التى سيتم تخصيص الأمر عليها، أما فيما يتعلق بمحتوى الموضوع الثانى والخاص بمشكلة تتابع أمر الإنتاج فإنه يتعين علينا تحديد تتابع العمليات لمختلف الأوامر الإنتاجية التى سبق تخصيصها على آلة معينة أو مركز عمل معين .

وفى تحليلنا التالى سنركز بصفة أساسية على بعض الاعتبارات الهامة فى الجدولة وذلك من خلال تحليل وفحص تشكيلة من المشاكل البسيطة والتى يمكن معالجتها فى كل حالة، مثل وجود أمر إنتاجى منفرد ومستقل بذاته،

ولا يمكن تجزئته سواء فى عملية التحميل أو عملية التتابع، ومن ناحية أخرى فحيث أن العديد من الوحدات الإنتاجية تتعامل أيضا مع الأوامر التى تتضمن عدة وحدات متشابهة أو من دفعات الإنتاج، لذلك فإننا أيضا سنستعرض طرق جدولة دفعات الإنتاج سواء كانت الدفعة الإنتاجية تمثل حجم اقتصادى أمثل للطلبية أو بدون مراعاة ذلك .

وإذا كانت جدولة الوحدة الإنتاجية مهمة جدا فى مجال التصنيع فإنها أيضا يمكن أن تلعب دورا مماثلا فى مجال قطاع الخدمات، إذ سنجد أن كثيرا من المنظمات الخدمية تقوم بعملها بطريقة مشابهة ومماثلة للوحدة الإنتاجية، فنظرة سريعة إلى المستشفيات، والمحاكم، والجامعات، والمكاتب الاستشارية وأقسام البوليس والمطافئ، وغيرها من نوعيات الخدمات المختلفة فكل تلك المنظمات الخدمية يمكنها عن طريق الأساليب المستخدمة فى نظم التصنيع مع بعض المواءمة والتعديل أن تحسن من أدائها لمهامها المختلفة وتعمل فى ذات الوقت على تخفيض تكاليف أداء الخدمات التى تقدمها، وهذا يعنى أنه إذا كانت الجدولة مهمة فى مجال التصنيع فإنها لا تقل عنها أهمية فى مجال الخدمات وكل ما هو مطلوب هو مجرد عمل بعض التجهيزات أو المواءمات للطرق المستخدمة فى الجدولة فى المجال الصناعى لتتماشى وتساير طبيعة المنظمات الخدمية .

عملية التحميل بالوحدة الإنتاجية job shop loading

تبدأ عملية التحميل بالوحدة الإنتاجية بمجرد وصول أمر الإنتاج إلى الوحدة الإنتاجية، ويتم على الفور تخصيص ذلك الأمر على مراكز العمل work centers المختلفة بالوحدة الإنتاجية لتشغيله، ويعتبر هذا التخصيص بمثابة العملية الأولى أو المهمة الأولى لعملية التحميل، وفى مجال المنظمات الخدمية لا يختلف الأمر كثيرا عن الوحدات الصناعية، ففى المستشفيات مثلا تكون أولى مهام الجدولة هى تخصيص المرضى (الأوامر) على الأطباء (مراكز العمل)، أو

تخصيص من تقرر إجراء جراحة له (أوامر) على غرف العمليات (مراكز عمل)، أو تخصيص القضايا بالمحاكم على القضاه، وتخصيص رجال البيع على المناطق البيعية، وتخصيص مندوبى التأمين للتعامل مع مطالبات معينة، كل ذلك يماثل تخصيص مهام التصنيع على الورش الإنتاجية أو العنابر machine centers وبصفة عامة يوجد عدة مراكز للعمليات يمكن أن تؤدى أو تنفذ أر معين، أو طلبية معينة، كل منها له خصائص أداء مختلفة .

من التوضيح السابق يمكن أن نصل إلى التحديد الدقيق لمعنى التحميل، إذ أنه العملية التى تهتم بتخصيص أوامر الإنتاج على مراكز التشغيل بالطريقة التى تحقق الأهداف المحددة الموضوعة، مثل تخفيض إجمالى زمن العمليات، أو تخفيض إجمالى تكلفة العمليات، وبمعنى أخر فإن التحميل لا يخرج عن كونه عملية تخصيص للموارد .

وتكون مشكلة التحميل سهلة وبسيطة عندما يكون من الصعب تقسيم أو تجزئة الأمر الإنتاجى، بمعنى أن يتم التعامل معه كوحدة واحدة يصعب توزيعها كأجزاء على مراكز إنتاجية مختلفة، ومن حسن الحظ أن هذه الحالة هى الأكثر شيوعا فى الحياة العملية، ومع ذلك فليس هناك ما يمنع من وجود حالات تتسم بالصعوبة والتعقيد ويكون الإلتجاء فيها إلى التقسيم split ضرورى كوسيلة لتحقيق استخدام أفضل للموارد المتاحة، وفى الحالات البسيطة والتى يفترض فيها عدم تقسيم الأمر الأنتاجى No job splitting ، يمكن بسهولة إعداد الجدولة باستخدام خريطة جانت Gant shart، كما أنه أحيان أخرى وتحت فروض معينة سوف نتناولها فيما بعد يكون من الممكن استخدام أساليب أخرى من البرمجة الخطية مثل طريقة التخصيص، أو طريقة النقل transportation method .

وقد تتم عملية التحميل بصورة مركزية أى أن تتم لكل الإدارات معا وفى جهة واحدة بغية تحقيق درجة عالية من التنسيق بينها جميعا، وقد يتم ذلك بطريقة لا مركزية، أى أن يتم ذلك فى كل إدارة وبمعرفتها، ويتيح أسلوب

اللامركزية فى التحميل أن يتمكن المشرف عند تخصيص الأوامر على العمال أن يحفزهم بصورة مباشرة بالمكافأة أو وسائل التحفيز الأخرى على أدائهم المتميز، ومن ناحية أخرى فإن التحميل اللامركزى Decentralized loading يصبح وسيلة مهمة تحقيق درجة عالية من الرضا الوظيفى والإنتاجية .

التحميل باستخدام خريطة جانت loading wit a Gant chart

تعتبر خريطة جانت Gant chart والأشكال الحديثة المشابهة لها بمثابة الأداة الرئيسية المستخدمة فى مجال الجدولة وأيضا فى بعض مجالات التحميل، وقد تم وضع هذه الخريطة عام ١٩١٧ بمعرفة المهندس الأمريكى هنرى جانت Henry L. gant ، ولهذا أطلق اسمه عليها وأصبحت معروفة إلى وقتنا هذا بهذا الاسم حتى بعد أن شملها والتطوير إلا أنها مازالت تحل نفس الاسم وأصبحت تتمثل أهميتها فى أنها مساعدة حقيقية فى الحصول على مزيد من المعلومات عن جدولة الإنتاج، ولذلك فإنها مازالت ومنذ بداية القرن العشرين تلقى قبولا عاما فى التطبيق العملى فى منشآت الأعمال حتى الآن يستوى فى ذلك القطاع الصناعى أو قطاع الخدمات .

والحقيقة أن الميزة الأساسية والتى تتسم بها خريطة جانت هى بساطتها وسهولتها تؤدى إلى إمكانية الوقوف على المعلومات المطلوبة بصورة سهلة، كما أن إعدادها أيضا يتسم بالبساطة، بل يمكن القول أنه لم يتبين من كافة المحاولات السابقة فى استخدامها أية خطورة من الاعتماد عليها.

ويمكن وصف خريطة جانت بأنها من مستطيلات أفقية Rectangular grid مقسمة بسلسلة من الخطوط المتوازنة الأفقية horizontal والرأسية vertical الخطوط الرأسية دائما تقسم القياس الأفقى إلى وحدات زمنية units of time، تلك الوحدات الزمنية على المقياس الأفقى قد تكون سنوات، أو شهور أو أسابيع ، أو أيام أو ساعات، أو حتى دقائق وذلك وفقا لطبيعة المهمة المطلوب إعداد خريطة لها وأزمنتها.

مـن ناحـية أخـرى فإن الخطوط الأفقية تقسم خريطة جانت إلى أجزاء sections والتـى يمكن أن تستخدم لتمثل مختلف مهام العمل (جدولة العمل)، أو لتمـثل مراكـز عمل work centers (خريطة تحميل load chart) وعندما تركز الخـريطة فقـط على مهام العمل أو المنتجات، أو الأوامر الإنتاجية، و العمليات التـى يلـزم القـيام بها، فإنها تعرف فى هذه الحالة باسم جدولة العمل work schedule، ولكـن عـندما توضـح تلـك الخـريطة هذه المهام نفسها فى مواجهة مراكـز العمـل والتـى تـستخدم للإنـتاج – مـصانع أو إدارات أو رش عمـل، أو أدوات ومعـدات، أو أفـراد – فإنهـا تعـرف فـى تلك الحالة بخريطة التحميل load chart .

والحقـيقة فـإن خـريطة جانت يمكن استخدامها وتطبيقها فى مجالات الجدولة التالية :

١– جدولة التحميل الدائم أو الثابت .

٢– الجدولة الدورية .

٣– جدولة الأمر الإنتاجى .

وطبيعـى أن نجـد اخـتلافات فى الاصطلاحات والرموز المستخدمة بين كـل من تلك الأنواع الثلاثة من الجدولة، وفيما يلى نتناول تلك الأنواع لتوضيح كيفية إعدادها والمعلومات التى يمكن أن توفرها .

جدولة التحميل الدائم perpetual loading schedule

وهـذا الـنوع مـن الخـرائط يـتم إعـداده عن طريق تضمين محتويات كل الأوامـر فـى صـورة ملـف أمر مفتوح open order file يضمها جميعا بمعنى أنه بـدلا مـن النظـر إلى كل أمر على حدة يتم الرجوع إلى كل تلك الأوامر فى صورة مجمعـة تأخـذ تلـك الصورة شكل ملف لأمر مفتوح، عندئذ يمكن تسجيل مقدار القـوت المطلـوب لكـل الأوامـر مـن كل إدارة، أو من كل آلة، أو من تسهيلات

الإنـتاج علـى تلـك الخريطة، ويمكن توضيح شكل ذلك النوع من خرائط جدولة التحميل الدائم من الشكل التالى :

خريطة جانت للجدولة الدائمة

الآلة	الأسبوع الخامس	الأسبوع السادس	الأسبوع السابع	الأسبوع الثامن	الأسبوع التاسع
س					
ص					
ع					
ل					

ويلاحـظ مـن تلك الخريطة وجود مستطيلات مظلة باللون الأسود، هذه المستطيلات الأفقية المواجهة لكل آلة توضح الوقت المستغل من كل آلة فى إتمام العمـل الـوارد فعـلا بالأوامـر الإنتاجـية، كـذلك توضـح تلك الخريطة التحميل المـتعلق بكـل آلـة فمـثلا إذا كـنا ننظر إليها الآن (كما يشير السهم الموجود فى بدايـة الأسبوع الخامس) فإننا سنجد مثلا أن الآلة (س) محملة بالتشغيل حتى الـيوم الثانـى مـن الأسـبوع الـسابع، فـى حين أن الآلة (ص) محملة بالتشغيل حتـى الـيوم الـثالث مـن الأسبوع التاسع وهكذا، وبالتالى فإنه باستعراض كافة الأعمـال على كافة الآلات يكون لدينا تصور واضح لحمل العمل الكلى overall work load للمصنع .

وهـذه الخـريطة بهـذا الـشكل تفيد بتشغيل وتوجيه طاقة الآلات ذات الأحمـال الـصغيرة للتخفـيف عن تلك الإدارات ذات الأعباء الزائدة عن طاقتها overloaded departments كمـا أن المـراجعة الأسـبوعية والتحديث الأسبوعى للخـريطة يعمـل علـى إمكانـية للتـسجيل البيانـى لتغير أحمال العمل، كما أن سمـات وخـصائص أنماط التحميل تفيد فى عملية توجيه دراسات تطوير الطرق

واختيار الاستثمار الرأسمالية، وكذلك المساعدة فى التنبؤ بالاحتياجات من الأفراد وعمليات الصيانة المطلوبة وفقا للأحمال التى تظهرها هذه الخريطة .

٢- الجدولة الدورية periodic scheduling

فى الحالة السابقة وهى حالة الجدولة المستمرة لم تكن هناك فترة زمنية معينة تمثل مدى زمنى معين ينتهى فيه العمل ثم يتم تكرار مرة أخرى، بل كانت فترة زمنية ممتدة ولهذا سميت بالجدولة الثابتة المستمرة، أما فى حالة الجدولة الدورية فإن الأمر يختلف إذ سنجد أن هناك فترة معينة يتم خلالها الانتهاء من العمل، وإذا افترضنا أن ذلك المدى الزمنى الذى يتم فيه الانتهاء من العمل خلال أسبوع واحد، فإن خريطة الجدولة الدورية لجانت والتى تظهر هنا التحميل على الآلات المناسبة ستظهر كما هو موضح بالشكل التالى :

خريطة جانت للجدولة الدائمة .

الآلة	الأسبوع الخامس	الأسبوع السادس	الأسبوع السابع	الأسبوع الثامن	الأسبوع التاسع
س					
ص					
ع					
ل					

ويتبين من هذه الخريطة أنه قد تم توزيع المهام المطلوبة لاستكمال الأوامر الفردية على الآلات بدون اتباع توجيه معين سوى ضرورة أن تتم فى خلال الفترة (الأسبوع)، أى أن كل المطلوب فى توزيع المهام والأوامر أن يتم الانتهاء منها وتشغيلها خلال الدورة المحددة بتلك الخريطة والتى مدتها أسبوع واحد يتكرر بفترات أسبوعية متتالية، ويلاحظ أن طول المستطيل المظل أمام كل آلة وتحت كل فترة أسبوعية يمثل مقدار الوقت المجدول لتشغيل كل آلة أثناء

كـل فـترة، أمـا الخـط الرسـوم أسـفل تلـك المستطيلات فإنه يمثل حمل العمل التجميعـى المجـدول فعـلا مقـدما، إذ يلاحظ بالنسبة للآلة (س) أنه يظهر أن التحمـيل الخـاص بهـا قد تعدى بداية الأسبوع الثامن، إلا أننا لرقمنا بتجميع أزمـنة التحمـيل لـتلك الآلـة فـى صـورة أحمال تجميعية فإننا سنلاحظ أنه لن يـتعدى الأسـبوع الـسابع إلا بقلـيل، وهـذا يظهـر أن تلك الآلة ليست مستغلة بكامـل طاقـتها، إذن المقارنة بين زمن المستطيلات المرسومة أمام كل آلة والخط المرسـوم أسـفلها يـبين الأزمـنة المنقضية والزمن التجميعى، وطبيعى يمثل الفرق بيـنهما ذلـك الـوقت غـير المـستقل فـى التحمـيل علـى تلك الآلة، ولعل القائم بالجدولـة يمكـن بمجرد النظر الوقوف على تلك الحقيقة مما يجعله يعمل على تغـيير نمـط تحمـيل العمـل، والتركيـز أيضا على الأحمال الزائدة، فمثلا يمكن ملاحظة أن الآلة (ص) لها حمل عمل تراكمى لحوالى أربعة أسابيع كاملة وهذا يشير إلى وجود إنذار بمواجهة مشكلة فى الارتباطات المستقبلة مع العملاء .

٣) جدولة الأمر الإنتاجى order scheduling

تعتـبر خـريطة جانـت مفـيدة أيـضا فـى حالـة جدولـة الأمر الإنتاجى المعـين، وأبـسط شكل لخريطة جانت فى تلك الحالة هى استخدام المستطيلات المظللة وفق أطوالها المعينة لتمثل الوقت اللازمَ لإتمام العمل على الأمر الإنتاجى وتوضـع المـستطيلات فـى صف الآلة المناسبة وتوضع عليها أرقام لتحديد الأمر وكذلك تحدد أطوالها على للقياس الزمنى وفقا للجدولة المكتملة .

رموز خريطة جانت Gant chart symbols

وجدنا فى الخرائط السابقة أننا كنا نكتفى برسم المهام والأوامر وتمثيلها على الخريطة فى صورة مستطيلات أفقية مظللة، إلا أن قراءتها بهذه الصورة لا يعطـى إنطـباعا سريعا المعلومات المطلوب معرفتها من مجرد النظر إليها، ولهذا الـسبب بـدأ الاجـتهاد فـى وضـع مجمـوعة رموز تستخدم للتعبير عن كثير من المعانـى والـدلالات لـتكون فائـدة خـريطة جانت أعم وأشمل ولتعطى المزيد من

المعلـومات دون حاجـة إلى الكثير من الجهد والتحليل، إذ سنجد أنه فى معظم حالات الجدولة والتحميل توجد رموزا خاصة special symbols تستخدم تمثل مهـام العمل work tasks مع أزمنتها فى صورة وحدات طولية units of length ومن ناحية أخرى فإن الرموز المستخدمة في الخرائط لتمثل مهام العمل تختلف فـى تفاصيلها من شركة إلى أخرى، ولكن الرموز التى يضمها الجدول التالى هى التى اتفق عليها عند إعداد خرائط جانت، مع ملاحظة أن كل ركز يمثل المهمة المعينة، أما طول هذا الرمز فإنه يشير إلى الوقت المطلوب لتلك المهمة من بدايتها إلى نهايـتها وذلك كله فى إطار القياس الزمنى المستخدم فى الخريطة سواء كان باليوم أو بالأسبوع أو بالشهر أو بأى مقياس زمنى أخر.

الرموز المستخدمة فى إعداد خريطة جانت

الرمز symbol	معنى الرمز
	بداية العمل أو المهمة start task
	نهاية العمل أو المهمة finish task
S ٥٠	تركز المسافة (s) للوقت اللازم للإعداد للعمل
	الخط الأسود السميك على الجانب الأيمن أسفل المستطيل وبمقدار نصف الطول يشير إلى انتهاء نصف العمل مثلا الانتهاء من ٢٥ وحدة من ٥٠ مطلوب إنتاجها .
	الوقت الذى تم توفيره فى التنفيذ الفعلى بالمقارنة بالخطة الموضوعة وترى المهمة التالية وهى الأعلى فى الرسم تبدأ فى موعدها الصحيح
	بعد التعديل الناشئ عن الوقت الذى تم توفيره فى المهمة السابقة .
	الوقت المفتقد (الضائع) بالمقارنة بالخطة ☒ المهمة التالية موضحة فى موعدها الجديد الصحيح لبدايتها
٥٠	عدد المفردات (أو الوحدات) موضحة فى أقصى يمين بداية المهمة .
(×)	تعنى علامة (×) المراجعة أو الفحص

وكما سبق القول فإن يد التطوير والتحديث تنال خريطة جانت فترة بعد أخرى مستهدفة الاستفادة الكاملة من معانيها وإضافة المستحدث إليها لزيادة فاعليتها ولزيادة المتاح منها من المعلومات المفيدة للإدارة فى أغراض التخطيط والرقابة، وفى هذا الاتجاه فإن أحد المحاولات الحديثة والمهمة لتطوير وتحديث طريقة إعداد خريطة جانت هى تلك التى انصبت عليها لإمكان استخدامها ليس فقط لتسجيل الخطة recording a plan ولكن أيضا لتوضيح مدى التقدم الذى حدث فى إنجاز تلك الخطة، ولهذا الغرض فإنه إضافة إلى تسجيل الخطة يتم تسجيل التقدم نحو الاكتمال عن طريق رسم خط أسود سميك thick black line بين أعمدة الجدول، فمثلا إذا كان قد تم إتمام وإنجاز نصف مهمة ما وليكن مثلا الانتهاء من ٢٠٠ جزء خرجت من الآلة من إجمالى عدد الأجزاء وهى ٤٠٠ جزء، عندئذ فإن خط التقدم فى الإنجاز progress line يبدأ من اليمين – بمعنى البداية – ويستمر لنصف طول رمز المهمة task symbol، ووضع الوقت فى الخريطة عن طريق تصحيح مسافة رمز المهمة مع وضع حرف (s) بينهما .

أن تلك التعديلات والتطويرات وغيرها إنما تهدف إلى أن تكون قادرة على إعطاء تقرير سريع لسير الأحداث فى أى لحظة ومقارنته بالخطة الموضوعة ومدى التقدم فى التنفيذ، وهذا كله يعمل على اتخاذ القرارات الملائمة التصحيحية فى الوقت الملائم خاصة للأوامر المتأخرة أو تلك الأوامر الهامة ذات الأولوية الخاصة، وفيما يلى خريطتين أحدهما لجدولة العمل والأخرى خريطة تحميل وقد تم استخدام رموز الخريطة فيها لزيادة التوضيح فى الاستخدام .

خريطة جانت – جدولة العمل

التجهيزات		السبت	الأحد	الاثنين	الثلاثاء	الأربعاء	الخميس
رقم	الوصف						
١	منشار	٥ (أ)					
٢	مثقاب	٥٠ (أ)					
٣	تدوير وحفر		٥٠(أ)				
٤	تدوير			٥٠(أ)			
٥	الأويما					٥٠(أ)	
٦	السنفرة					٥٠(أ)	

خريطة جانت — جدولة التجميل

التجهيزات رقم	الوصف	السبت	الأحد	الاثنين	الثلاثاء	الأربعاء	الخميس
٢٧٤	المنشار	٢ ٥٠ (أ) S	S				
٣٠٩	مثقاب		٥٠ (أ)				
١١٠٧	تدوير وحفر		S	٥٠ (أ) S			
١١٠٨	تدوير	S	S	٥٠ (أ)			
١١٣١	الأويما		S			٥٠ (أ)	
٦٠٧	السنفرة	S		S	S	٥٠ (أ)	

يلاحظ من مقارنة هاتين الخريطتين أن الخريطة الثانية — خريطة التحميل — تتضمن خريطة العمل كما هو واضح بالمستطيلات المظللة ، أما المستطيلات الأخرى فإنها تمثل جدولة أعمال أخرى على نفس التسهيلات والتجهيزات المطلوبة ، ولعل استخدام رموز الخريطة يساعد فى فهمها بطريقة أسرع ويعطى معلومات أشمل وأعمق من مجرد تحديد البداية والنهاية .

وعلى الرغم من أن خريطة جانب سواء بشكلها التقليدى أو وفقا لما أدخل عليها من تحسينات وتعديلات بسيطة وسهلة فى التخطيط للإنتاج وفى

الرقابة على جدولة الإنتاج، إلا أن هناك بعض المآخذ عليها مما يجعل لها حدودا فى الاستخدام يتعين مراعاتها وأهمها :

١- لا تكون ممكنة فى حالات الأوامر العديدة والأنشطة المتداخلة والتى قد يلزم تخصيص موارد جديدة لها لتقليل وقت أدائها .

٢- لا تتمتع بمرونة كافية خاصة لمقابلة الاختلافات الكبيرة .

٣- لا تستطيع أن تظهر بوضوح علاقات الأسبقية والاعتمادية للأنشطة interdependence

٤- بالنسبة للمشروعات المعقدة والمتشعبة سيكون من الصعب توضيح كل التفاصيل .

٥- ضرورة تحديث خريطة جانت وتكرارها بصفة مستمرة لهذا الغرض حتى يمكن المحافظة عليها فى صورة صالحة للاستخدام وجعلها بالتالى حديثة keep it current .

٦- خريطة جانت لا توضح بصورة مباشرة التكاليف المتعلقة ببدائل التحميل المختلفة حتى يمكن على أساسها اختيار ذلك الشكل من التحميل الذى يعمل بالوصول إلى إجمالى تكلفة التحميل إلى حدها الأدنى .

ولهذه المآخذ والعيوب فقد اتجهت الدراسات والبحوث لتطوير أساليب أخرى لاستخدامها فى مجال الجدولة كما سنرى فى الجزء التالى .

التحميل باستخدام طريقة التخصيص :

Loading with the assignment method

تتمثل أهمية طريقة التخصيص بأن لها مدى واسع فى معالجة المشاكل، ومجال رحب للتطبيق فى مجال اتخاذ القرارات الإدارية، ولذلك فإن لها دور كبير فى الوصول إلى الحل الأمثل لبدائل التحميل المتاحة .

وتقوم مشكلة التخصيص على مفهوم أساسى يتلخص فى العمل على تخصيص عدد من العناصر المفردة (أى ليست كميات ولكنها الوحدة الواحدة)

معـين على غرض معين وذلك بهدف الوصول إلى أقل تكلفة — أو أقصى ربح — أو أقل زمن من تخصيص الأوامر للتشغيل على الآلات .

وحتـى يمكـن اسـتخدام طـريقة التخصيص فى الجدولة فإنه يتعين أن نقـف علـى الـشروط التى يجب توافرها فى مشكلة التحميل حتى يمكن تطبيق تلك الطريقة، وهذه الشروط تمثل متطلبات طريقة التخصيص وهى :

- أن كـل أمـر إنتاجـى يتعين أن يخصص على مركز تشغيل واحد — أو عل آلـة واحـدة — والعكـس بـالعكس أى أن كـل آلة أو مركز تشغيل لا يحمل بأكثـر مـن أمـر واحد، كما لا يجوز تجزئة الأمر على أكثر من آلة أو مركز تشغيل .
- أن يتوافـر بـيان بأداء كل آلة أو مركز تشغيل لكل أمر يتم تخصيصه عليها مـثلا زمـن تـشغيل كـل أمر على كل آلة، أو تكلفة تنفيذ كل أمر على كل آلـة، أو أى مـتغير أخـر يصبح كمقياس للأداء والمفاضلة، أما التخصيصات غير الممكنة أو غير المقبولة فنشير إليها برقم ضخم جدا ونرمز له مثلا بالرمز (م) مما يشير إلى أن هذا التخصيص غير ممكن.
- عـدد الأوامـر يـتعين أن يكـون مساويا لعدد الآلات أو مراكز التشغيل حتى يخصص كل أمر على كل آلة، وفى حالة عدم التساوى فإننا نلجأ إلى إنشاء واحد أو أكثر من الأعمدة أو الصفوف الوهمية لإحداث هذا التعادل، والذى بدونه يصعب تنفيذ هذا التخصيص .

مثال :

مطلـوب تخـصيص ثلاثـة أوامر هى (أ، ب، جـ) للتشغيل على ثلاث آلات هـى (س، ص، ع) بحـيث تخصص مهمة واحدة فقط لكل آلة، ولا تقوم الآلـة إلا بتشغيل مهمة واحدة فقط، علما بأن الأزمنة التقديرية لتشغيل كل أمر على كل آلة (بالساعة) كالآتى :

الأوامر / الآلات	(س)	(ص)	(ع)
أ	٢٠	٣٠	١٨
ب	١٨	٣٦	١٠
ج	١٢	٣٨	٦

الحل :

تسير طريقة التخصيص لإيجاد الحل الأمثل فى ثلاث خطوات أساسية سنقوم بشرحها وتحليلها بالتتابع فيما يلى :

الخطوة الأولى : إعداد جدول تكلفة الفرصة opportunity cost

تقوم طريقة التخصيص على تطبيق مفهوم تكلفة الفرصة، وهذا المفهوم يعنى بصورة إجمالية موجزة أن تكلفة أى قرار أو أى موقف يتضمن حتما تكلفة تلك الفرص التى تم التضحية بها عندما أخذنا ذلك الموقف أو أصدرنا ذلك القرار، ويلعب هذا المفهوم دورا كبيرا عند التعامل مع العمليات الحسابية لحل مشكلة التخصيص، ويمكن الوصول إلى جدولة تكلفة الفرصة على مرحلتين المرحلة الأولى استخراج تكلفة الفرصة الصفوف، والمرحلة الثانية إيجاد تكلفة الفرصة للأعمدة كالآتى :

١- إيجاد تكلفة الفرصة للصفوف عن طريق طرح أقل رقم بكل صف من جميع أرقام ذلك الصف وذلك بالنسبة لكل الصفوف الموجودة بالمشكلة وبتطبيق هذه المرحلة على جدول المشكلة التى نعالجها تكون النتيجة بعد العمليات الحسابية كالآتى :

الأوامر / الآلات	(س)	(ص)	(ع)
أ	٢	١٢	صفر
ب	٨	٢٦	صفر
ج	٦	٢٢	صفر

٢- إيجـاد تكلفـة الفرصـة الأعمدة ويتم ذلك عن طريق طرح أقل رقم لكل عمود (فـى الجـدول الـناتج من المرحلة السابقة وليس الجدول الأصلى) من أرقام ذلـك العمـود وذلك بالنسبة لكل الأعمدة الموجودة بالجدول ويظهر الجدول الجديد بعد تلك العملية الحسابية على الصورة التالية :

الأوامر / الآلات	(س)	(ص)	(ع)
أ	صفر	صفر	صفر
ب	٦	١٤	صفر
ج	٤	١٠	صفر

وهـذا الجـدول الذى توصلنا إليه بعد المرحلة الأولى والثانية يمثل تكلفة الفرصـة لأوامـر الإنـتاج (الـصفوف)، ولـلآلات (الأعمـدة)، أى أنه يمثل تكلفة الفرصة لكامل المشكلة .

وبطبـيعة الحـال فإنـنا نـريد أن نـصل إلى ذلـك التخصيص الذى يصل بـتكلفة الفرصـة إلى (صفر) لأن معنى ذلك أن هذا التخصيص هوز الأمثل حيث تصل تكلفة الفرصة إلى أدنى حد لها وهى الصفر .

الخطوة الثانية : تغطية جميع القيم الصفرية بالمصفوفة :

ونـتعامل فى هذه الخطوة مع المصفوفة الناتجة من الخطوة الأولى والتى تمـثل مـصفوفة تكلفـة الفرصـة، وتتمـثل الخطوة الثانية فى تغطية جميع القيم الـصفرية بها بأقل عدد ممكن من الخطوط المستقيمة الأفقية أو الرأسية أو كلاهم معـا (ممـنوع الخطـوط القطرية) ونؤكد مرة أخرى أن التغطية بالخطوط المرسومة يتعين أن يتوافر فيها شرطان هما :

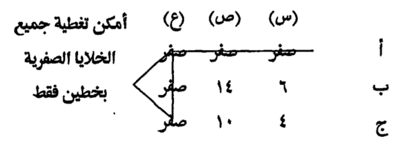
١- أنها خطوط أفقية أو رأسية أو كلاهما .

٢- أن يتم التغطية بأقل عدد ممكن منها .

فـإذا اتـضح أن أقل عدد ممكن من تلك الخطوط والتى أمكن بها تغطية جمـيع القـيم الـصفيرية عددها يساوى عدد الصفوف أو عدد الأعمدة بالجدول،

نكون بذلك قد وصلنا إلى الحل الأمثل ويبقى فقط تحديده وتعيينه ، أما إذا كان عـدد تلـك الخطـوط أقل الصفوف (أو عدد الأعمدة) فإننا لم نصل بعد إلى الحل الأمثل، ويتطلب الأمر أن نسير إلى الخطوة الثالثة فى الحل.

وبتطبـيق تلـك الخطوة على مصفوفة تكلفة الفرصة ، نجد أننا تمكنا من تغطية جميع القيم الصفرية بخطين فقط (كما هو مبين بالمصفوفة التالية)، وهذا يعنى أننا لم نصل بعد إلى جدول الحل الأمثل حيث أن عدد الصفوف (أو عدد الأعمدة) ثلاثة :



	(س)	(ص)	(ع)	
أ	صفر	صفر	صفر	أمكن تغطية جميع الخلايا الصفرية
ب	٦	١٤	صفر	بخطين فقط
ج	٤	١٠	صفر	

الخطوة الثالثة : تحسين الحل :

تـبين مـن خـلال اختـبار المثالية الذى أجريناه فى الخطوة الثانية، أن مـصفوفة تكلفـة الفرصـة السابقة لا تمثل مصفوفة الحل الأمثل، لذلك سيتم فى هذه الخطوة العمل على تحسين الحل والذى يتم فى مراحل متتالية كالآتى :

١- تعـيين أقل قيمة غير مغطاة فى المصفوفة (بالنظر إلى الجدول السابق يتبين أن أقل قيمة غير مغطاة هى القيمة ٤) .

٢- يـتم طـرح أقـل قـيمة غـير مغطـاة من جميع القيم غير المغطاة (وهى القيم ١٠، ٤، ١٤، ٦) وبعد الطرح تصبح تلك القيم على الترتيب ١٠، ٢،صفر، ٦

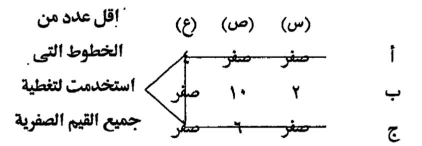
٣- إضافة أقل قيمة غير مغطاة (وهى القيمة ٤) إلى القيم الواقعة عند تقاطعات الخطـوط المرسـومة (سنجد أن التقاطع فقط عند الخلية "أ ع"، إذن القيمة الصفرية عند التقاطع بعد إضافة القيمة ٤ إليها تصبح ٤ .

٤- باقـى القـيم المغطاة وغير الواقعة عند تقاطعات لا يجرى عليها أى تعديل بل تكتب فى الجدول التالى كما هى دون تغيير .

وبعد تطبيق العمليات الحسابية السابقة على المصفوفة الناتجة من الخطوة الثانية ستظهر المصفوفة الجديدة على الصورة التالية

الأوامر / الآلات	(س)	(ص)	(ع)
أ	صفر	صفر	٤
ب	٢	١٠	صفر
ج	صفر	٦	صفر

بعد إتمام تلك الخطوة نعود مرة أخرى لتكرار الخطوة الثانية وهى خطوة اختبار المثالية، والتى تتضمن تغطية جميع القيم الصفرية بأقل عدد ممكن من الخطوط الأفقية والرأسية، وفيما يلى إعادة تصوير المصفوفة بعد إجراء التغطية .



بالنظر إلى المصفوفة السابقة نجد أنه أمكن تغطية جميع القيم الصفرية بما بعدد ثلاثة خطوط، وهو أقل عدد أمكن التغطية به، وطبقا لقاعدة المثالية، وحيث أن عدد الخطوط المرسوم تساوى عدد الصفوف (أو عدد الأعمدة)، فإننا نكون بذلك قد وصلنا إلى مصفوفة الحل الأمثل، ويتبقى فقط تعيين ذلك الحل الأمثل (التحميل الأمثل)، أن الحل المثل لتحميل وفق هذه الطريقة هو ذلك الحل الذى يكون مجموع تكلفة الفرصة له صفرا من واقع مصفوفة الحل النهائية .

ولاستخراج الحل الأمثل من تلك المصفوفة نبحث عن ذلك الصف الذى توجد به قيمة صفرية واحدة فقط، فمثلا الصف (أ) به قيمتين صفريتين، إذن نتركه ونتنقل إلى الصف (ب)، فسنجد أن به قيمة صفرية واحدة، وهى الواقعة عند الخلية (ب ع)، إذن يتم تخصيص الأمر (ب) للتشغيل على الآلة (ع)، ثم نعود مرة أخرى للبحث عن صف به صفر واحد فقط، سنجد أن الصف (أ) مازالت به قيمتين صفريتين، والصف (ب) ثم تخصيصه وانتهى الأمر، والصف (ج) يوجد به ظاهرا قيمتين صفريتين، بينما الحقيقة توجد به قيمة صفرية واحدة، لأن الأمر الإنتاجى (ب) قد تم تخصيصه على الآلة (ع) فكأن العمود (ع) قد حذف ومعه الصف (ب)، وباستبعادها من المصفوفة يكون الصف (ج) به قيمة صفرية واحدة، وهى عند الخلية (ج س)، لذا يتم تخصيص الأمر (ج) على الآلة (س)، ثم نعاود الكره مرة أخرى لنبحث عن صف به صفر واحد فقط سنجد أنه لم يعد أمامنا إلا الصف (أ) وهو فعلا أصبح به قيمة صفرية واحدة بعد استبعاد العمود (س) والصف (ج) وهى الواقعة عند الخلية (أ ص) لذلك يتم تخصيصها أى يخصص الأمر الإنتاجى (أ) على الآلة (ص) .

وتلخيصا للحل الأمثل تظهر المصفوفة التالية وفقا للخطوة الثالثة

الأوامر/الآلات	(س)	(ص)	(ع)	التخصيص الأمثل	تكلفة الفرصة	زمن التنفيذ الفعلى
أ	صفر	صفر	٤	أ ص	صفر	٣٠ ساعة
ب	٢	١٠	صفر	ب ع	صفر	١٠ ساعة
ج	—	٦	صفر	ج س	صفر	١٢ ساعة
					صفر	٥٢ ساعة

وبذلك يكون قد تم تخصيص الأوامر الثلاثة للتشغيل على الآلات الثلاث بحيث يصل مجموع أزمنة التنفيذ إلى حده الأدنى.

والحقيقة أن هناك بعض المشاكل الخاصة بالتحميل تحتاج إلى مزيد من الإجراءات ولكننا نرى أن تفصيلاتها ليس هنا مكانها ويمكن الرجوع فيها إلى

مراجع بحوث العمليات للوقوف على بعض الحالات الخاصة التى تمثل مشاكل معقدة إلى حد ما فى عملية التخصيص .

التحميل باستخدام طريقة الأرقام القياسية :

وجدنا أن استخدام طريقة التخصيص assignment method فى عملية التحميل كانت مشروطة بخصائص معينة يتعين توافرها فى مشكلة التحميل المطلوب إيجاد الحل الأمثل لها، منها شرط أن كل أمر إنتاجى يتعين أن يتم تخصيصه على آلة واحدة، وأن كل آلة لا تحمل بأكثر من أمر واحد، ولذلك سنجد أن هناك مواقف — وهى الحالة الأكثر شيوعا — تتطلب تخصيص أكثر من أمر واحد على آلة واحدة طالما أن طاقتها الإنتاجية متمثلة فى ساعات تشغيلها قادرة على تشغيل هذا العدد من الأوامر، وحيث أن طريقة التخصيص غير قادرة على التعامل مع مثل تلك النوعية من المشاكل إذن كان من المتعين البحث عن طريقة أخرى يمكن استخدامها لحل مشكلة التحميل والتى لا تشترط عدد وأوامر معين للتشغيل على الآلة المعينة إلا مراعاة شرط عدم تعدى حدود الطاقة الإنتاجية لتلك الآلة، ولهذا فقد ظهرت طريقة الأرقام القياسية كأسلوب يصلح للتعامل مع مشاكل التحميل من ذلك النوع، وهى طريقة تعاون فى جدول أوامر الإنتاج على الآلات بما يؤدى إلى الوصول بزمن أو تكلفة أداء كل الأوامر إلى أدنى حد ممكن والفكرة الرئيسية لهذه الطريقة تقوم على افتراض ضرورة تشغيل أكفأ الآلات أولا، وفى نفس الوقت مراعاة تشغيل كافة الآلات فى نفس الوقت، وحتى يمكن تطبيق هذه الطريقة على مشكلة تحميل معينة يتعين توافر الشروط التالية فى تلك المشكلة حتى يصبح من الممكن تطبيقها :

- وجود عدد من الأوامر الإنتاجية قد تقرر تنفيذها خلال فترة زمنية معينة.
- أن الآلات الموجودة والتى يمكن أن تقوم بتنفيذ تلك الأوامر الإنتاجية متباينة فى الكفاءة، إذ أن كل منها قادر على تنفيذ الأمر الإنتاجى فى أزمنة مختلفة وفقا لكفاءة كل منها فى التشغيل والذى قد يكون راجعا

لـتكورها التكنولوجـى أو لتخصصها فى تلك النوعية من الأوامر بالذات أو لأى سبب أخر .

- أن تلك الآلات المتاحة ذات طاقات تشغيلية محددة بعدد معين من ساعات التشغيل اليومية، أى أن هناك حدودا على الطاقات الإنتاجية لها.
- نتيجة لتباين الكفاءة الخاصة بالآلات، فإن هناك تباين بالتبعية فى الوقت أو التكلفة لتنفيذ كل أمر إنتاجى على كل من تلك الآلات .

ونظرا لأهمية طريقة الأرقام القياسية فى الجدولة والتحميل خاصة لتلك النوعية من مشاكل التحميل ذات الخصائص السابقة، يصبح ضروريا إذن أن نتناول بالشرح والتحليل الكيفية التى يتم إعداد الجدولة والتحميل باستخدام تلك الطريقة .

وتختلف كيفية تطبيق طريقة الأرقام القياسية فى التحميل على الآلات باختلاف التباين حالتين : الحالة الأولى وهى حالة ما إذا كانت توجد من بين الآلات المتاحة آلة واحدة تعتبر هى الآلة الأكفأ فى تنفيذ أى من الأوامر المطلوبة وذلك بالمقارنة بباقى الآلات الأخرى، فهى الآلة الأكفأ بينهم جميعا، وهذه تتطلب طريقة معينة فى الحل، والحالة الثانية هى حالة اختلاف كفاءة الآلات لتنفيذ الأوامر ولا تنفرد آلة واحدة بأنها الأفضل دائما لكل الأوامر، لذلك سنتناول فيما يلى تطبيق طريقة الأرقام القياسية فى كلا الحالتين لأهميتها .

الحالة الأولى : استخدام طريقة الأرقام القياسية فى تحميل الآلات فى حالة وجود آلة واحدة أكفأ لتنفيذ جميع الأوامر :

تمثل هذه الحالة وجود عدة أوامر وعدة آلات منها آلة واحدة أفضل من الباقى جميعه فى تشغيل تلك الأوامر سواء من ناحية زمن تشغيلها أو تكلفة تشغيليها، ولكن نظرا لأن تلك الآلة الأكفأ لها طاقة إنتاجية محدودة بمدلول ساعات التشغيل، إذن لا يمكن أن نحمل عليها كل أوامر التشغيل، وإنما سيتم تحميلها بعدد من الأوامر تعادل زمن طاقتها الإنتاجية، ويتم نقل باقى أوامر

الإنتاج للتشغيل على باقى الآلات وفقا لمعيار أفضلية معين وهو الآلة التالية لها من حيث الكفاءة، وهكذا حتى يتم تحميل كافة الأوامر على الآلات وفقا لكفاءتها وطاقتها المتاحة، وعموما فإن استخدام طريقة الأرقام القياسية فى تحميل الآلات فى حالة وجود آلة واحدة أكفأ لتنفيذ جميع الأوامر تسير فى سلسلة من الخطوات المتتابعة يمكن تناولها بالشرح والتحليل على الترتيب كما يلى :

١- تتمثل الخطوة الأولى فى تعيين الآلة الأكفأ وطاقتها الإنتاجية، ومجموع ساعات التحميل عليها فى حالة ما إذا تم تحميل كل الأوامر عليها، ويتم ذلك من خلال حاصل جمع أوقات تنفيذ كل الأوامر الإنتاجية على تلك الآلة أكفأ .

٢- تحديد وقت تنفيذ كل أمر إنتاجى على كل آلة من الآلات الأخرى وكذلك الطاقة الإنتاجية لتلك الآلات بمدلول ساعات التشغيل لكل منها.

٣- حساب الأرقام القياسية لوقت تنفيذ كل أمر على كل آلة ويتم ذلك باستخدام معادلة الأرقام القياسية التالية :

$$\text{الرقم القياسى} = \frac{\text{عدد ساعات تشغيل الأمر على الآلة}}{\text{عدد ساعات تشغيل نفس الأمر على أكفأ آلة}} \times ١٠٠$$

فمثلا إذا كان أمر إنتاج رقم (١) يمكن تشغيله على أى من أربع آلات أزمنة كل منها كالآتى :

	الآلة (أ)	الآلة (ب)	الآلة (ج)	الآلة (د)
أمر الإنتاج (١)	٢٠ساعة	٢٢ ساعة	٢٧ ساعة	٢٨ ساعة

وحيث أن الآلة (أ) قد حددت قبل ذلك بأنها الآلة الأكفأ، إذن يتم حساب الأرقام القياسية كالآتي :

	الآلة (أ)	الآلة (ب)	الآلة (ج)	الآلة (د)
أمر الإنتاجى(١)	٢٠ ١٠٠٪	٢٢ ١١٠٪	٢٧ ١٣٥٪	٢٨ ١٤٠٪

ويتم حساب الأرقام القياسية لكل أمر إنتاجى ولكل الآلات، إلا إذا كانت هناك آلة ما لا يمكن تشغيل الأمر تشغيل الأمر المعين عليها لاعتبارات فنية من حيث ملاءمتها فى التشغيل عندئذ تعتبر تلك الآلة بالنسبة لذلك الأمر كأن لم يكن أو تضع بها رقم مرتفع جدا ليعطى رقم قياسى مرتفع جدا مما يدل على انخفاض كفاءتها تماما لتشغيل ذلك الأمر فلا يتم تحميله عليها.

٤- يتم إعداد جدول يطلق عليه جدول تجميل الآلات، نجعل أول عمود فيه فى أقصى اليمين مخصصا لما سيجرى من تعديل على تحميل الآلة الأكفأ، إذ يبدأ أول رقم فى هذا العمود بمجموع أزمنة تشغيل كل الأوامر على أكفأ آلة، ثم نبدأ فى استنزال زمن التشغيل أى أمر يتم تحميله على آلة أخرى بخلاف الآلة الأكفأ، وهكذا حتى نصل إلى حدود طاقتها المتاحة تماما أو أقل منها مباشرة .

٥- نبحث عن أقل رقم قياسى فى الجدول كله بخلاف ما يخص الآلة الأكفأ، وعند هذا الرقم القياسى الأقل يتم تحميل الآلة فى عمود ذلك الرقم القياسى بالأمر الإنتاجى المقابل بالعمود الثانى وفى ذات الوقت تأخذ زمن تشغيل ذلك الأمر على الآلة الأكفأ ونقوم باستنزاله من الزمن الكلى لتشغيل كل الأوامر على أكفأ آلة، وتحديد ناتج الطرح، إذا تبين أن ناتج الطرح مازال يزيد عن طاقة أكفأ آلة نواصل البحث عن أقل رقم قياسى بعد الرقم السابق بخلاف ما يخص الآلة الأكفأ، وعندئذ يتم تحميل الآلة ذات هذا الرقم القياسى الأقل بالأمر الإنتاجى المقابل ويتم مرة أخرى استنزال زمن ذلك الأمر على الآلة الأكفأ من ناتج الطرح بالعمود الأول، وهكذا حتى نصل إلى أن ناتج الطرح أصبح مساويا أو أقل من طاقة أكفأ آلة .

ويمكن أن تكون تلك الخطوات أكثر وضوحا وفهما إذا ما تناولنا من خلال المثال العملى التالى :

مثال :

تتخصص أحدى الشركات الصناعية فى إنتاج نوعية معينة من السلع تتكون كل سلعة من عدد من الأجزاء يتم إنتاجها وتجميعها معها لإنتاج السلعة ، ويستلزم الأمر أن تمر تلك السلعة على عدد من الأقسام الإنتاجية بالمصنع كل منها يتولى إنتاج جزء معين من السلعة ثم فى النهاية يتم التجميع ، ويفرض أن أحد الأقسام الإنتاجية بالشركة يتولى إنتاج أحد أجزاء تلك السلعة وبه عدد ٤ آلات كل منها تشابه الأخرى فى العملية التى تؤديها ولكنها تتفاوت فيما بينها فى زمن أداء العملية وفقا لمستوى تطورها التكنولوجى ، وقد وردت للشركة عشرة طلبيات من تلك السلعة أصدر عن كل منها أمر إنتاج ، والجدول التالى يبين ساعات التشغيل اللازمة لأداء كل أمر إنتاجى إذا ما تم تشغيله على كل آلة من الآلات الأربع الموجودة بالقسم الإنتاجى .

رقم أمر الإنتاج	وقت التشغيل على الآلات			
	أ	ب	ج	د
١	١٨	١٩	٢٢	٢١
٢	٢٢	٢٩	٣٣	٣١
٣	١٨	٢١	٣٠	٢٨
٤	٢٠	٣١	٣٥	٢٤
٥	٢٣	٢٦	٣٢	٣٣
٦	١٦	-	٢٣	١٩
٧	١٩	٢٥	٢٧	-
٨	٢٨	٣٢	٤٤	٣١
٩	٣٢	٤٠	٤٥	٣٥
١٠	٢٥	٢٩	٢٦	٢٧

فإذا علمت أن المصنع يعمل ٥ أيام أسبوعيا بواقع ٧ ساعات فى كل ودرية ويعمل دورتين فى كل يوم .

والمطلوب :

(١) اقـتراح التحمـيل الأمـثل لأوامـر الإنتاج على الآلات الأربع المتاحة بالقسم الإنتاجى فى حدود ساعات الطاقة المتاحة للأسبوع القادم، مع مراعاة عدم تجزئة الأمر للتشغيل على أكثر من آلة، ولا تشترك أكثر من آلة فى تنفيذ الـمر الواحد وأن يكون هدف التحـميل هو الوصول بإجمالى زمن التشغيل إلى أدنى حد ممكن .

(٢) إعـداد جـدول التـشغيل اليومـى لـلآلات وفقـا لخطـة التحميل المثلى التى اقترحتها .

(٣) إعداد مقارنة بين التحميل وفقا لأكفأ آلة وبين التحميل المقترح .

الحل :

يتم السير فى خطوات الحل كالتالى :

١- يتم أولا تحديد عما إذا كانت هناك آلة معينة أكفأ فى تشغيل أوامر الإنتاج جمـيعها أم أن الحالـة الموجـودة هى اختلاف كفاءة التشغيل، ومن خلال مقارنة أزمنة تشغيل كل أمر إنتاجى على الآلات الأربع يتضح أن الآلة(أ) هـى أكفأ الآلات جميعها بالنسبة لكل أوامر الإنتاج، إذن نحن أمام حالة وجـود آلة أكفأ لتنفيذ جميع الأوامر وعليه فإن أول خطوة هى تحديد زمن التشغيل الكلى لكافة الأوامر الإنتاجية إذا ما تم تشغيلها وتحميلها جميعا علـى الآلـة الأكفـأ (أ) وهـو عـبارة عـن حاصـل جمع أزمنة تشغيل كل الأوامر الإنتاجية على الآلة (أ) = ٢٢١ ساعة .

٢- جـساب طاقـة التشغيل المتاحة للآلات الأربع وذلك للأسبوع القادم وحيث أن معلومات المثال تفيد أن القسم الإنتاجى الذى يضم الأربع آلات يعمل ٧ سـاعات يومـيا وكـل يوم ورديتين ولمدة ٥ أيام أسبوعيا إذن الطاقة المتاحة لكل آلة من الآلات الأربع هو :

الزمن المتاح للتشغيل على كل آلة = ٧ × ٢ × ٥ = ٧٠ ساعة أسبوعيا .

٣- حساب الأرقام القياسية لتشغيل كل أمر على كل آلة من واقع المعادلة السابق ذكرها وهى :

$$\text{الرقم القياسى} = \frac{\text{عدد ساعات التنفيذ للأمر على الآلة}}{\text{عدد ساعات تشغيل نفس الأمر على أكفأ آلة}} \times ١٠٠$$

وبتطبيق تلك الخطوة على بيانات المثال نصل إلى جدول الكفاءة النسبية وفقا للأرقام القياسية كما هو بالجدول التالى :

جدول الكفاءة النسبية للآلات وفقا للأرقام القياسية

رقم الإنتاج	الآلة (أ)		الآلة (ب)		الآلة (ج)		الآلة (د)	
	الزمن بالساعة	الرقم٪ القياسى	الزمن بالساعة	الرقم٪ القياسى	الزمن بالساعة	الرقم٪ القياسى	الزمن بالساعة	الرقم٪ القياسى
١	١٨	١٠٠	١٩	١٠٦	٢٢	١٢٢	٢١	١١٧
٢	٢٢	١٠٠	٢٩	١٣٢	٣٣	١٥٠	٣١	١٤١
٣	١٨	١٠٠	٢١	١١٧	٣٠	١٦٧	٢٨	١٥٦
٤	٢٠	١٠٠	٣١	١٥٥	٣٥	١٧٥	٢٤	١٢٠
٥	٢٣	١٠٠	٢٦	١١٣	٣٢	١٣٩	٣٣	١٤٣
٦	١٦	١٠٠	—	—	٢٣	١٤٤	١٩	١١٩
٧	١٩	١٠٠	٢٥	١٣٢	٢٧	١٤٧	—	—
٨	٢٨	١٠٠	٣٢	١١٤	٤٤	١٥٧	٣١	١١١
٩	٣٢	١٠٠	٤٠	١٢٥	٤٥	١٤١	٣٥	١٠٩
١٠	٢٥	١٠٠	٢٩	١١٦	٢٦	١٠٤	٢٧	١٠٨

٤- إعداد جدول التحميل، والذى نبدأ وفقا له فى عملية التحميل تبعا للخطوات الفرعية التالية :

➢ يتم أولا تسجيل البيانات الأساسية لهذا الجدول وهى البيانات التى وردت بالمثال والأرقام القياسية التى تم حسابها فى الجدول السابق، إذ يتم نقل بيانات الجدول السابق جميعها كبيانات أساسية لجدول التحميل، ويتم تسجيل ٢٢١ فى العمود الأول بالجدول وهذا الرقم كما سبق القول يمثل حاصل جمع أزمنة تشغيل كل الأوامر الإنتاجية على الآلة الأكفأ (أ) .

- نبحث عن أقل رقم قياسي في الآلات الأخرى بخلاف أكفأ آلة (أ) وبالنظر إلى جدول التحميل نجد أن أقل رقم قياسي هو ١٠٤٪ وهذا الرقم يقع في عمود الآلة (ج) مقابل للأمر الإنتاجي رقم (١٠)، عندئذ تتم أول عملية تحميل، إذ يتم تحميل الأمر رقم (١٠) على الآلة (ج)، ويكتب في عمود زمن تحميل الآلة ٢٦ (١٠جـ) وهذه الأرقام تعني ٢٦ ساعة تشغيل من تحميل الأمر رقم (١٠) على الآلة (جـ)، وحيث أننا قررنا تحميل الأمر رقم (١٠) على الآلة (ج)، إذن يتم استنزاله من التحميل على الآلة الأكفأ (أ) وبزمن مقداره ٢٥ ساعة، لذلك نطرح ٢٥ من الزمن الموجود بالعمود الأول فيصبح المتبقي ٢٢١ — ٢٥ =١٩٦ ساعة. وعند هذه المرحلة الأوامر التسعة الأولى محملة على الآلة (أ) الأكفأ أما الأمر رقم (١٠) فقد تم نقله من أكفأ (أ) وتحميله للآلة (ج) التالية لها مباشرة في كفاءة تشغيل ذلك الأمر .
- حيث أن الآلة (أ) الأكفأ مازالت محملة بتسعة أوامر وبزمن مقداره ١٩٦ ساعة وهذا يفوق الطاقة المتاحة ومقدارها سبعون ساعة فقط، إذن يتعين السير في تحميل أوامر أخرى على الآلات المتاحة، وهنا نبحث عن أقل رقم قياسي بعد ذلك على كافة الآلات بخلاف أكفأ آلة، وهنا سنجد أن أقل رقم قياسي يقع في عمود الآلة (ب) في مواجهة الأمر الإنتاجي رقم (١) وهو (١٠٦٪) عندئذ يتم تحميل الأمر الإنتاجي (١) على الآلة (ب) ولذلك نكتب في عمود زمن تحميل الآلة (ب) (١٩ (١ب)) بما يعلى ١٩ ساعة زمن تشغيل الأمر رقم (١) على الآلة (ب)، ونقوم باستنزال .

جدول التجميل باستخدام طريقة الأرقام القياسية

زمن التخصيص المتناقض لأكفالة	رقم الأمر الإنتاجى	الآلة (أ) الزمن بالساعة	الآلة (أ) الرقم القياسى %	الآلة (أ) زمن تحميل الآلة	الآلة (ب) الزمن بالساعة	الآلة (ب) الرقم القياسى %	الآلة (ب) زمن تحميل الآلة	الآلة (ج) الزمن بالساعة	الآلة (ج) الرقم القياسى %	الآلة (ج) زمن تحميل الآلة	الآلة (د) الزمن بالساعة	الآلة (د) الرقم القياسى %	الآلة (د) زمن تحميل الآلة
٢٢١ ٢٥	١	١٨	١٠٠		١٩	١٠٦	١٩ (أب)	٢٢	١٢٢		٢١	١١٧	
١٩٦ ١٨	٢	٢٢	١٠٠	١١(٢أ)	٢٩	١٣٢		٣٣	١٥٠		٣١	١٤١	
١٧٨	٣	١٨	١٠٠		٢١	١١٧	٢١ (٣ب)	٣٠	١٦٧		٢٨	١٥٦	
٣٢ ١٤٦	٤	٢٠	١٠٠	٢٠(٤أ)	٣١١	١٥٥		٣٥	١٧٥		٢٤	١٢٠	
٢٨ ١١٨	٥	٢٣	١٠٠		٢٦	١١٣	٢٦ (٥ب)	٣٢	١٣٩		٣٣	١٤٣	
٢٣	٦	١٦	١٠٠	١٦(٦أ)	–	–		٢٣	١٤٤		١٩	١١٩	
٩٥ ١٨	٧	١٩	١٠٠		٢٥	١٣٢		٢٧	١٤٢	٢٧ (٧ج)	–	–	–
٧٧ ١٩	٨	٢٨	١٠٠		٣٢	١١٤		٤٥	١٥٧		٣١	١١١	٣١(٨د)
٥٨	٩	٣٢	١٠٠		٤٠	١٢٥		٤٤	١٤١		٣٥	١٠٩	٣٥(٩د)
	١٠	٢٥	١٠٠		٢٩	١١٦		٢٦	١٠٤	٢٦(١٠ج)	٢٧	١٠٨	
المجموع	٢٢١			٥٨			٦٦			٥٣			٦٦

زمن الأمر الإنتاجى الأول من الأزمنة التجميعية للآلة (أ) (١٩٦ — ١٨ = ١٧٨)

- حيث أنه مازالت الساعات المحملة على أكفأ آلة (أ) تزيد عن طاقتها المتاحة، إذن تستمر فى تحميل أوامر أخرى على الآلات الأخرى، ولذلك نبحث عن أقل رق قياسى يلى ما سبق اختيار فنجد أن الرقم القياسى التالى الأقل هو (١٠٨٪) وهو واقع فى عمود الآلة (د) مواجها للأمر الإنتاجى رقم (١٠)، ولكننا سبق أن قمنا بتحميل الأمر الإنتاجى رقم (١٠) على الآلة (ج) كما هو موضح بالجدول، لذلك نتركه ونبحث عن الرقم القياسى التالى له فسنجد أنه الرقم القياسى (١٠٩٪) عند الآلة (د) فى مواجهة الأمر الإنتاجى رقم (٩)، لذلك يتم تحميل الأمر الإنتاجى (٩) على الألة (د)، ومن ثم نقوم بتسجيل ذلك فى عمود زمن تحميل الآلة (د)، بأن نكتب بها ٣٥ (٩د) على الآلة (د)، ويتم استنزال هذا التحميل من زمن الآلة الأكفأ، إذ يتم طرح ٣٢ ساعة هى وزمن تشغيل الأمر رقم (٩) على الآلة (أ) من زمن التخصيص المتناقص لأكفأ آلة، ويعد الطرح يكون المتبقي ١٤٦ساعة (١٧٨ — ٣٢) .
- مازالت الآلة الأكفأ (أ) محملة بساعات تشغيل أكثر من طاقتها، لذلك نواصل نقل أوامر إنتاجية منها إلى الآلات الأخرى، ولذلك نبحث مرة أخرى عن أقل رقم قياسى يلى ما سبق التعامل معه (لاحظ أن أقل رقم قياسى انتهينا إليه فى الخطوة السابقة كان ١٠٩٪)، وبالبحث سنجد أن الرقم القياسى (١١١٪) هو الرقم التالى للرقم السابق ويقع تحت عمود الآلة (د) وفى مواجهة الأمر الإنتاجى رقم (٨) إذن يتم نقل الأمر الأنتاجى (٨) من الآلة (أ)، وتحميله على الآلة (د)، ويتم تسجيل ذلك فى عمود

زمـن تحمـيل الآلـة (د) بالطـريقة الـسابق ذكـرها (٣١ (٨د))ومن ثم يتم استنزال تحمـيل الآلة (أ) بالأمر (٨) وذلك عن طريق طرح ٢٨ ساعة من الساعات التى مازالت متاحة للآلة (أ) وهى ١٤٦، وبعد الاستنزال يكون المتبقى ١١٨ ساعة (١٤٦ —٢٨).

- يتعين أن تكون فى تلك الخطوات المتتالية فى حذر عند عملية التحميل إذ ربمـا ونحـن فى غمرة عملية التحميل لا نذكر حدود طاقة تشغيل كل آلة، فيـتم تحميلها بأكثر من طاقتها ومن ثم يصبح التحميل غير صحيح، ولذلك بعـد كـل خطـوة علينا أن نتأكد أننا لم نتعد حدود طاقات الآلات المتاحة، لقـد أثرنا أن نذكر ذلك هنا بالذات لأننا نلاحظ فى الجدول أن الآلة (د) قـد تم تحمـيلها بعدد ٦٦ ساعة حتى الآن وكل طاقتها المتاحة ٧٠ ساعة، أى أنـنا يـتعين أن نكـون على حذر فى كل خطوة نخطوها حتى لا يخرج الحل عن حدود الإمكانيات المتاحة .
- حـيث أنـه مازالـت الآلـة الأكفأ (أ) محملـة بعـدد ١١٨ ساعة فى حين طاقـتها سـبعون سـاعة فقـط لذا يلزم نقل أوامر أخرى إلى الآلات الأخرى، وفـى سـبيل ذلـك نـبحث عن أقل رقم قياسى تالى للرقم السابق (١١١٪)، وبالـبحث بجـدول التحميل نجد أن الرقم القياسى التالى هو الرقم (١١٣٪) ويقع أسفل الآلة (ب) وفى مواجهة الأمر (٥)، لذلك يتم تحميل الآلة (ب) بالأمـر الإنتاجـى رقـم (٥)، ويـتم تسجيل ذلك فى عمود زمن تحميل الآلة (ب) بـأن نكـتب ٢٦ (٥ب)، وفـى نفـس الوقت نستنزل هذا التحميل من الآلة الأكفأ (أ) فى العمود الأول فيصبح الزمن المتبقى هو ٩٥ ساعة (١١٨ — ٢٣) وبالنـسبة للآلة (ب) عدد ساعات تحميلها حتى الآن ١٩ + ٢٦ = ٤٥ ساعة أى لم تتجاوز بعد طاقتها المتاحة .

- وبالـبحث عـن الرقم القياسى التالى الأقل والذى يلى الرقم السابق (١١٣٪) سـنجد أنـه الـرقم (١١٥٪) وهـو يقـع عـند الآلـة (ب) فـى مـواجـهة الأمر الإنتاجى رقم (١٠) على الآلة (ج) لذلك نبحث عن الرقم (١) ولكننا سنجد أيضا أنه قد سبق تخصيص الأمر الإنتاجى رقم (١) على الآلة (ب)، لذلك نـبحث مـرة أخرى عن الرقم القياسى التالى وسنجد أنه (١١٧٪) ويقع عند الآلة (ب) فى مواجهة الأمر الإنتاجى رقم (٣) ولكن قبل تحميله على تلك الآلـة يتعين أن نتأكد أنه إذا تم تحميله عليها أننا لن نخرج عن المتاح من طاقـتها الإنتاجـية، لقـد سـبق تحمـيلها بعدد ٤٥ ساعة و إذا تم تحميلها بالأمـر الإنتاجى رقم (٣) سيكون مجموع الأزمنة التى حملت بها هى ٤٥+ ٢١= ٦٦ سـاعة، وحـيث أن المـتاح مـن ساعات تشغيلها هو ٧٠ ساع إذن تحمـيل الأمـر رقـم (٣) علـى الآلـة (ب) لـن ينـسب فـى تجـاوز طاقـتها الإنتاجية لذلك يتم تسجيل هذا التسجيل فى عمود زمن تحميل الآلة (ب) (٢١ ، ٣ب(وفـى نفـس الـوقت يـتم اسـتنزال هذا التحميل من الآلة الأكفأ (أ)، فيصبح الزمن المتبقى بالعمود الأول (٩٥ —١٨=٧٧ساعة) .
- يتم البحث مرة أخرى عن أقل رقم قياسى تالى للرقم السابق (١١٧٪)،فنجد أنـه الـرقم القياسـى (١١٩٪) الوجـود بعمـود الآلة (د) فى مواجهة الأمر الإنتاجـى رقـم (٦)، ولكـن سـيتبين لـنا مـن الجدول أنه إذا تم إجراء هذا التحميل على الآلة (د) فسيكون عدد الساعات المحملة بها ٦٦ + ١٩ = ٨٥ سـاعة، وحـيث أن المـتاح بهـا فقـط هـو ٧٠ سـاعة إذن لا يـصح هـذا التحميل لنفس السبب السابق، ثم نبحث مرة أخرى فنجد ما يلى :
  - (١٢٢٪) عند الآلة (ج) فى مواجهة الأمر (١) لا يصح التحميل لأنه قد سبق تحميل الأمر (١) على الآلة (أ).

- الرقم القياسى التالى (١٢٥٪) عند الآلة (ب) فى مواجهة الأمر رقم (٩)، وأيضا لا يجوز تحميله حيث سبق تحميله على الآلة (د) .
- الرقم القياسى التالى (١٣٢٪) عند الآلة (ب) فى مواجهة الأمر رقم (٧)، وأيضا لا يجوز تحميله حيث سبق تحميله على الآلة (ج).
- الرقم القياسى التالى (١٣٢٪) عند الآلة (ب) فى مواجهة الأمر رقم (٢) وإذا حدث هذا التحميل فستتعدى حدود طاقة الآلة (ب) حيث أنه حتى الآن قد تم تحميلها بعدد ٦٦ ساعة وإذا أضفنا إليها زمن الأمر الإنتاجى رقم (٢) فيصبح مجموع أزمنة التحميل ٦٦ + ٢٩ = ٩٥ ساعة وهذا لا يجوز .
- الرقم القياسى التالى(١٣٩٪) عند الآلة (ج) فى مواجهة الأمر رقم (٥)، وهذا التحميل لا يجوز حيث انه قد سبق تحفيل الأمر رقم (٥) على الآلة (ب)
- الرقم القياسى التالى (١٤١٪) عند الآلة (د) فى مواجهة الأمر الإنتاجى (١)، وهذا سبق تحميله على الآلة (ب) .
- الرقم القياسى التالى (١٤١٪) عند الآلة (ج) فى مواجهة الأمر الإنتاجى (٩)، وهذا سبق تحميله على الآلة (د) .
- الرقم القياسى التالى (١٤٢٪) عند الآلة (ج) فى مواجهة الأمر الإنتاجى (٧)، وهذا الأمر لم يسبق تحميله ، كما أن تحميله على الآلة (ج) لن يجعلها تخرج عن حدود طاقتها المتاحة، لذلك سيتم تحميل الأمر الإنتاجى رقم (٧) على الآلة(ج) ويسجل ذلك فى زمن تحميل الآلة (ج) (٢٧ "٧حـ) وفى نفس الوقت يتم استنزال هذا التحميل من الآلة الأكفأ (أ) فيصبح الوقت المتبقى لها هو ٥٨ ساعة (٧٧-١٩) وعندئذ

نتوقف حيث أن ساعات التشغيل للالة الأكفأ (أ) نقصت عما هو متاح منها لذلك نكون وصلنا إلى التحميل الأمثل كما هو مبين بجدول تحميل الآلات وسنجد أن عدد ساعات تشغيل كل الآلة سيكون كالآتى وفقا لهذه الطريقة :

الآلة (أ)	٥٨ ساعة تشغيل	(المتاح ٧٠ ساعة)
الآلة (ب)	٦٦ساعة تشغيل	(المتاح ٧٠ ساعة)
الآلة (ج)	٥٣ ساعة تشغيل	(المتاح ٧٠ ساعة)
الآلة (د)	٦٦ ساعة تشغيل	(المتاح ٧٠ ساعة)

أما بالنسبة لجدول التشغيل اليومى للآلات وفقا لخطة التحميل المثل التى تم التوصل إليها بطريقة الأرقام القياسية فقد تم إعداده على شكل خريطة جنت كما تظهر فى الجدول التالى :

كما يبين الجدول الذى يليه المقارنة بيتن التحميل المقترح والتحميل على أكفأ آلة (أ)، ويتبين من ذلك الجدول أن الفرق بينهما بالزيادة (لأن التحميل يتم بالنقل من الآلة الأكفأ إلى التالية لها فى لكفاءة مما يؤدى إلى ظهور الفرق دائما بالزيادة).

خريطة التحميل الأسبوع القادم

الوحدات	مركز التشغيل س			مركز التشغيل ص		مركز التشغيل ع			زمن الدورة سرعة الخط
	زمن بداية	زمن نهاية	زمن انتظار	زمن البداية	زمن النهاية	وقت عاطل	زمن البداية	زمن النهاية	
	ق س	ق س	ق س	ق س	ق س	ق س	ق س	ق س	ق
الوحدة الأولى	٠٠ ٨	٠٦ ٨	٠٠	٠٦ ٨	١٥ ٨	٠٠	١٥ ٨	١٨ ٨	٩ق
الوحدة الثانية	٠٦ ٨	١٢ ٨	٣	١٥ ٨	٢٤ ٨	٦	٢٤ ٨	٢٧ ٨	٩ق
الوحدة الثالثة	١٢ ٨	١٨ ٨	٦	٢٤ ٨	٣٣ ٨	٦	٣٣ ٨	٣٦ ٨	٩ق
الوحدة الرابعة	١٨ ٨	٢٤ ٨	٩	٣٣ ٨	٤٢ ٨	٦	٤٢ ٨	٤٥ ٨	٩ق
الوحدة الخامسة	٢٤ ٨	٣٠ ٨	١٢	٢٤ ٨	٥١ ٨	٦	٥١ ٨	٥٤ ٨	٩ق

المقارنة بين التحميل المقترح والتحميل على أكفأ آلة (أ)

أوامر الإنتاج	التحميل المقترح		التحميل على أكفأ آلة (أ)		الفرق بالزيادة
	الآلة المخصصة	زمن التشغيل بالساعة	الآلة المخصصة	زمن التشغيل بالساعة	
١	ب	١٩	أ	١٨	١
٢	أ	٢٢	أ	٢٢	-
٣	ب	٢١	أ	١٨	٣
٤	أ	٢٠	أ	٢٠	-
٥	ب	٢٦	أ	٢٣	٣
٦	أ	١٦	أ	١٦	-
٧	ج	٢٧	أ	١٩	٨
٨	د	٣١	أ	٢٨	٣
٩	د	٣٥	أ	٣٢	٣
١٠	ج	٢٦	أ	٢٥	١
مجموع ساعات العمل		٢٤٣		٢٢١	٢٢

ويلاحظ من هذه المقارنة أن التحميل المقترح يزيد عن التحميل على أكفأ آلة بمقدار ٢٢ساعة، ولكن يبقى تساؤل هام وهو : هل نمط التحميل على أكفأ آلة والذى يبدو أنه أقل زمن من التحميل المقترح، هو تحميل ممكن؟ الإجابة ببساطة لا ، حيث أن كل الأوامر محملة على آلة واحدة وهى الآلة الأكفأ وحيث أننا نعلم أن الطاقة القصوى لتشغيل الآلة هو ٧٠ ساعة، إذن هو تحميل غير ممكن، فى حين أن التحميل المقترح تحميل ممكن وما هى فائدة تحميل أقل زمنا فى حين عدم إمكانية تطبيقه؟

الحالة الثانية : استخدام طريقة الأرقام القياسية فى تحميل الآلات فى حالة اختلاف كفاءة الآلات فى تنفيذ الأوامر الإنتاجية :

عرضنا قبل ذلك للحالة الأولى والتى كانت فيها أحدى الآلات لها كفاءة مطلقة فى تنفيذ كافة الأوامر الإنتاجية، والحقيقة أن هذه الحالة لا

تحدث إلا إذا كانت هناك آلة فى القسم الإنتاجى المعين ذات تكنولوجيا مرتفعة أو أنها حديثة على القسم الإنتاجى مما يجعل لها ميزة نسبية فى التشغيل، ولكن الحالة الأكثر شيوعا أن يكون هناك تماثل إلى حد كبير فى المستويات التكنولوجية للآلات المختلفة إلا فى فروق بسيطة تظهر فى صورة أنها مناسبة أكبر لتشغيل أمر إنتاجى معين أكثر من غيره، وعلى ذلك فإن هناك تفاوت فى كفاءة الآلات المتاحة من أمر إنتاجى لآخر، وعلى ذلك فإن القاعدة التى سنسير عليها هى تحميل الآلة الأكفأ فى الأمر الإنتاجى المعين بتشغيل ذلك الأمر، كان ذلك ممكنا، أما إذا كان ذلك غير ممكن نظرا لاستنفاذ طاقة تلك الآلة فيتم التحميل على الآلة التالية فى الكفاءة وهكذا، أى أن الهدف هو تحقيق الكفاءة فى التحميل مع مراعاة شرط عدم تجاوز طاقة الآلات المتاحة، ونظرا لهذه الخاصية فإن طريقة الحل بطبيعة الحال ستكون مختلفة عن طريقة الحل فى الحالة الأولى، إذ سيتعين هنا تحديد كفاءة الآلات المتاحة بالنسبة لكل أمر إنتاجى هذا يتم عن طريق تحديد وحساب الأرقام القياسية لأزمنة تشغيل كل أر على كل آلة، ثم اختيار الآلة الأكفأ لتحميلها بذلك الأمر إذا كان ذلك ممكنا أو الانتقال إلى الالة التالية فى الكفاءة وهكذا .

مثال:

تتخصص أحدى الشركات الصناعية فى إنتاج نوعية معينة من السلع، تتكون كل سلعة من عدد من الأجزاء يتم إنتاجها وتجميعها معا الإنتاج السلعة، ويستلزم الأمر أن تمر تلك السلعة على عدد من الأقسام الإنتاجية بالمصنع، كل منها يتولى إنتاج جزء معين من السلعة ثم فى النهاية يتم التجميع، ويفرض أن أحد الأقسام الإنتاجية بالشركة يتولى إنتاج أحد أجزاء تلك السلعة وبعد عدد ٤ آلات كل منها تشابه الأخرى فى العملية التى تؤديها، ولكنها تتفاوت فيها بينها فى زمن أداء العملية وفقا لمستوى تطورها الإنتاجى، ولقد وردت إلى الشركة عشرة طلبيات من تلك السلعة، أصدر عن كل منها أمر إنتاجى ، والجدول التالى يبين ساعات التشغيل اللازمة لأداء كل أمر

إنتاجى إذا ما تم تشغيله على كل آلة من الآلات الأربع الموجودة بالقسم الإنتاجى .

رقم أمر الإنتاج	وقت التشغيل بالنسبة لكل آلة (ساعة)			
	أ	ب	ج	د
١	٣١	٣٧	٣٣	٢٩
٢	٣٢	٣٠	٣٧	٣٥
٣	٢٨	٣٢	٣٥	٣٦
٤	٣٥	٣٣	٣٢	٣٤
٥	٢٣	٢٤	٢٢	٢٦
٦	٤٢	٤١	٤٣	٤٥
٧	١٧	١٨	١٩	٢٠
٨	٤٢	٤٠	٣٨	٣٩
٩	٣٠	٢٢	٢٥	٢٧
١٠	١٧	١٨	١٦	١٥

فإذا علمت أن المصنع يعمل ٥ أيام أسبوعيا بواقع ٧ ساعات يوميا من كل وردية، ويعمل ورديتين فى كل يوم، والمطلوب :

١- .اقتراح التحميل الأمثل الأوامر الإنتاج على الآلات الأربع المتاحة بالقسم الإنتاجى وذلك فى حدود ساعات الطاقة المتاحة للأسبوع القادم، مع مراعاة عدم تجزئة الأمر للتشغيل على أكثر من آلة، ولا تشترك أكثر من آلة فى تنفيذ الأمر الواحد، وأن يكون هدف التحميل هو الوصول بإجمالى زمن التشغيل إلى أدنى حد ممكن .

٢- إعداد جدول التشغيل اليومى للآلات وفقا لخطة التحميل المثل التى اقترحته .

٣- إعداد مقارنة بين التحميل مقارنة بين التحميل وفقا لأكفأ آلة والتحميل المقترح .

الحل :

يسير الحل فى الخطوات التالية :

١- يتم أولا تحديد الكفاءة النسبية لكل آلة التشغيل كل أمر إنتاجى مستخدمين فى ذلك طريقة الأرقام ، وسبق القول أنه يتم حساب الرقم القياسى وفقا للمعادلة التالية :

$$\text{الرقم القياسى} = \frac{\text{عدد ساعات التنفيذ للأمر على الآلة}}{\text{عدد ساعات تشغيل نفس الأمر على أكفأ آلة}} \times ١٠٠$$

وحيث أنه لا توجد آلة واحدة هى الأكفأ لتنفيذ كل الأوامر، لذلك سيتم هنا حساب الأرقام القياسية لكل أمر باستخدام كل آلة ، ويتم تحديد أكفأ آلة للأمر المعين من مجرد النظر إلى أزمنة تشغيل كل أمر على الآلات الأربع ، ثم يتم نسبة باقى أزمنة التشغيل إلى زمن أكفأ آلة .

وبتطبيق تلك الخطوة على بيانات المثال السابق نصل إلى جدول الكفاءة النسبية وفقا للأرقام القياسية كما هو موضح بالجدول التالى :

رقم الأمر الإنتاجى	الآلة (أ)		الآلة (ب)		الآلة (ج)		الآلة (د)	
	الزمن بالساعة	الرقم القياسى ٪	الزمن بالساعة	الرقم القياسى ٪	الزمن بالساعة	الرقم القياسى ٪	الزمن بالساعة	الرقم القياسى ٪
١	٣١	١٠٧	٣٧	١٢٨	٣٣	١١٤	٢٩	١٠٠
٢	٣٢	١٠٧	٣٠	١٠٠	٣٧	١٢٣	٣٥	١١٧
٣	٢٨	١٠٠	٣٢	١١٤	٣٥	١٢٥	٣٦	١٢٩
٤	٣٥	١٠٩	٣٣	١٠٣	٣٢	١٠٠	٣٤	١٠٦
٥	٢٣	١٠٥	٢٤	١٠٩	٢٢	١٠٠	٢٦	١١٨
٦	٤٢	١٠٢	٤١	١٠٠	٤٣	١٠٥	٤٥	١١٠
٧	١٧	١٠٠	١٨	١٠٦	١٩	١١٢	٢٠	١١٨
٨	٤٢	١١١	٤٠	١٠٥	٣٨	١٠٠	٣٩	١٠٣
٩	٢٠	١٠٠	٢٢	١١٠	٢٥	١٢٥	٢٧	١٣٥
١٠	١٧	١١٣	١٨	١٢٠	١٦	١٠٧	١٥	١٠٠

ويلاحظ من هذا الجدول أننا قد وضعنا خطا أسفل الآلة الأكفأ لتنفيذ كل أمر إنتاجى، وهذا يوضح أننا أمام حالة تختلف عن الحالة الأولى التى كانت توجد فيها آلة واحدة فقط هى الأكفأ فى تنفيذ كل أوامر الإنتاج، وقد يظهر أمام القارئ تساؤل وهو يتفحص ذلك الجدول مؤداه ولماذا لا يتم بصورة مباشرة تحميل الأمر الإنتاجى المعين على تلك الآلة الأكفأ فى تنفيذ ومن ثم نضمن كفاءة تنفيذ كل الأوامر؟ للإجابة على ذلك سنفترض مثلا أننا أخذنا بهذا الرأى ونرى على الطبيعة ماذا ستكون النتيجة وفقا لهذا التحميل .

وفقا لجدول الكفاءة النسبية سيكون التحميل كالآتى :

الأمر	الآلة (أ)	الآلة (ب)	الآلة (ج)	الآلة (د)
الزمن	٣، ٧ ، ٩ ٢٠+١٨+٧٨ = ٦٥ ساعة	٢ ، ٦ ٣٠ + ٤١ = ٧١ ساعة	٤ ، ٥ ، ٨ ٣٢+ ٧٧ + ٣٨ = ٩٧ ساعة	١ ، ١٠ ٢٩ + ١٥ =٤٤ ساعة

ولعل هذه النتائج كافية للرد على التساؤل السابق، إذ أننا لو أخذن بمبدأ تحميل الأمر الإنتاجى المعين على تلك الآلة الأكفأ فى تنفيذه فإننا سنفاجئ بأننا تعدينا طاقة بعض الآلات مثل الآلة ب (٧١ساعة)، والآلة ج (٩٢ساعة) وهذا يتعارض مع الهدف الموضوع، حقيقة نحن نريد أن يتم التحميل ليحقق أدنى زمن تشغيل ممكن ولكن فى حدود الطاقة المتاحة، أى أن الكفاءة فقط كأساس أو كمعيار غير كافية ولكن لابد وأن تكون فى إطار الممكن والمتاح .

٢- حساب إجمالى زمن تنفيذ الأوامر الإنتاجية إذا ما استخدمنا المنطق السابق وهو التحميل على أكفأ الآلات لكل أمر وذلك لمقارنته بعد ذلك بإجمالى زمن التنفيذ وفقا للتحميل المقترح المبنى على أساس الأرقام القياسية :

٦٥ + ٧١ + ٩٢ + ٤٤ = ٢٧٢ ساعة

٣- إعداد جدول التحميل ويتم إعداده وفقا للخطوات التفصيلية الآتية :

- يتم أولا تسجيل البيانات الأساسية لهذا الجدول، وهى البيانات التى وردت بالمثال والأرقام القياسية التى تم حسابها فى الجدول السابق، أى أن يتم نقل البيانات الجدول السابق كلها كبيانات أساسية لجدولة التحميل، على أن يتم إضافة عمود ثالث لكل آلة يكون عنوانه متجمع صاعد لساعات التشغيل، ليتم تسجيل عملية التحميل التى يتم على الآلة المعنية والأزمنة التى تم بها تشغيل كل آلة كمجتمع صاعد حتى نقف على مدى توازن التحميل لكل آلة مع الطاقة المتاحة لكل آلة .
- نبدأ عملية التحميل فى جدول التحميل بأن نبدأ بالأمر الأول ونحدد أى الآلات أكفأ فى تنفيذ ذلك الأمر، ونستدل على ذلك مباشرة برقم ١٠٠٪ وهو الرقم القياسى الذى يعنى أن تلك الآلة أكفأ الآلات جميعا لتنفيذ ذلك الأمر، وبتطبيق ذلك على الأمر الأول نجد أن أكفأ آلة لتشغيل الأمر الإنتاجى الأول هى الآلة (د)، لذلك يتم تحميل ذلك الأمر على تلك الآلة، ويتم ذلك بأن نسجل فى عمود متجمع صاعد لساعات التشغيل عند الآلة (د) الرقم ٢٩ وهى تمثل عدد ساعات تشغيل الأمر (١) على الآلة (د) .
- ننتقل إلى الأمر الثانى ونبحث أيضا عن أى الآلات أكفأ لتشغيل هذا الأمر، فسنجد أن الآلة (ب) هى أكفأ الآلات جميعها لتنفيذ ذلك الأمر (الرقم القياسى ١٠٠٪) ذلك يتم تحميل الأمر رقم ٠٢) على الآلة (ب) ويتم تسجيل زمن هذا التحميل ومقداره ٣٠ ساعة فى عمود المتجمع الصاعد لساعات التشغيل عند الآلة (ب) وفى مواجهة الأمر (٢).
- ننتقل إلى الأمر الإنتاجى الثالث، ونبحث أيضا عن أى الآلات الأربع أكفأ فى تشغيل هذا الأمر، سنجد أنها الآلة (أ) لذلك يتم تحصيل الأمر (٣) على الآلة (أ) وبزمن مقداره٢٨ ساعة يتم تسجيله فى عمود المجتمع الصاعد للآلة (أ) .

جدول التجميل باستخدام طريقة الأرقام القياسية

الأوامر الإنتاجية	الآلة (أ)			الآلة (ب)			الآلة (ج)			الآلة (د)		
	زمن التشغيل	الرقم القياسي %	متجمع صاعد لساعات التشغيل	زمن التشغيل	الرقم القياسي %	متجمع صاعد لساعات التشغيل	زمن التشغيل	الرقم القياسي %	متجمع صاعد لساعات التشغيل	زمن التشغيل	الرقم القياسي %	متجمع صاعد لساعات التشغيل
١	٣١	١٠٧		٣٨	١٢٨		٣٣	١١٤		٢٩	١٠٠	٢٩
٢	٣٢	١٠٧		٣٠	١٠٠	٣٠	٣٧	١٢٣		٣٥	١١٧	
٣	٢٨	١٠٠	٢٨	٣٢	١١٤		٣٥	١٢٥		٣٦	١٢٩	
٤	٣٥	١٠٩		٣٣	١٠٣		٣٢	١٠٠	٣٢	٣٤	١٠٦	
٥	٢٣	١٠٥		٢٤	١٠٩		٢٢	١٠٠	٣٢ + ٢٢ = ٥٤	٣٦	١١٨	
٦	٤٢	١٠٢	٢٨+٤٢= ٧٠	٤١	١٠٠	×	٤٣	١٠٥		٤٥	١١٠	
٧	١٧	١٠٠	×	١٨	١٠٦	٣٠+ ١٨ = ٤٨	١٩	١١٣		٢٠	١١٨	
٨	٤٢	١١١		٤٠	١٠٥		٣٨	١٠٠		٣٩	١٠٣	٢٩ +٣٩= ٦٨
٩	٢٠	١٠٠	×	٢٢	١١٠	٤٨ + ٢ +٧٠	٢٥	١٢٥		٢٧	١٣٥	
١٠	١٧	١١٣		١٨	١٢٠		١٦	١٠٧	٥٤+١٦ = ٧٠	١٥	١٠٠	×
مجموع ساعات تشغيل كل آلة			٧٠			٧٠			٧٠			٦٨

- ننتقل إلى الأمر الإنتاجى رقم (٤)، وسنجد أن الآلة (ج) هى أكفأ الآلات لتشغيل هذا الأم لذا يتم تحميله عليها وبزمن مقداره ٣٢ ساعة يتم تسجيله فى عمود المجتمع الصاعد لتلك الآلة، وواضح أنه حتى الآن لم تصادفنا أية متاعب ولكن الأمور تسير عادية جدا يتم التحميل وفقا للكفاءة وطبعا هذا مرجعة أن هناك مسافة كبيرة مازالت موجودة بين ما تم التحميل به على الآلات وبين طاقتها ولذلك نتوقع أن تبدأ الصعوبة النسبية فى الظهور كلما اقتربنا من إضافات تحميلية على تلك الآلات .
- ننتقل إلى الأمر الإنتاجى رقم (٥)، وبالبحث عن الآلة الأكفأ لتنفيذه سنجد أن الآلة (ج) هى أكفأ الآلات لتشغيل ذلك الأمر (الرقم القياسى ١٠٠٪)، ومن ثم يتم تحميله عليها، إلا أنه قبل القار النهائى بهذا التحميل سنجد أنه قد سبق تحميل تلك الآلة بالأمر رقم (٤) ويكون السؤال اللازم قبل قرار التحميل، هل لو تم تحميل ذلك الأمر كذلك على الآلة (ج) لا يتعدى ذلك حدود طاقتها المتاحة، ولهذا فإننا وضعنا مجتمع صاعد لهذا الفرض، والتحميل السابق للآلة سيستنفذ من طاقتها ٣٢ ساعة فإذا أضفنا إليها ٢٢ ساعة وهو قيمة تنفيذ الأمر رقم (٥) عليها فسيكون المجموع ٥٤ ساعة، وحيث أن هذا المجتمع الصاعد يقل عن طاقة الآلة (٧٠ ساعة تشغيل)، إذن يتم تحميل الأمر الإنتاجى رقم (٥) على الآلة (ج) ويتم ذلك بتسجيل العملية الحسابية التالية (٣٢ +٢٢= ٥٤) أمام الأمر الإنتاجى رقم (٥) وأسفل الآلة (ج).
- نواصل عملية التحميل بالانتقال إلى الأمر الإنتاجى رقم (٦)، وبالبحث عن أكفأ الآلات لتشغيله (الرقم القياسى ١٠٠٪) فسنجد أنها الآلة (ب)، ولكن يتعين أيضا قبل قرار التحميل أن نتأكد عما إذا كان هناك التحميل على تلك الآلة بالإضافة إلى التحميل السابق لها (٣٠ ساعة) سيكون فى حدود الطاقة المتاحة لها أم يتعداه، والحقيقة أن تخصيص الأمر الإنتاجى رقم (٦) للتحميل على الآلة (ب) يحتاج إلى زمن تشغيل مقداره ٤١ ساعة، وإذا

أضيف هذا الزمن إلى ما سبق تحميل تلك الآلة به (٣٠ ساعة) سيكون المجموع ٧١ ساعة وهذا يزيد عن حدود طاقتها المقررة وهى ٧٠ ساعة لذلك نرفض هذا التحميل ونضع الإشارة (×) عند أكفأ آلة لتعنى أنه من غير الممكن إجراء هذا التحميل لأنه سيجعل ساعات تشغيل الآلة تتعدى حدود إمكانياتها المتاحة للتشغيل، ولكن ما هو التصرف إزاء هذا الوضع؟ المنطق فى هذه الحالة يقرر أن ننتقل إلى الآلة التالية فى الكفاءة مباشرة وهى الآلة (أ) حيث أن الرقم القياسى لها (١٠٢×) وهى بذلك فى الترتيب الثانى مباشرة بعد أكفأ آلة وهنا نبحث إمكانية تحميل الآلة (أ) بالأمر الإنتاجى رقم (٦) خاصة وأنه قد سبق تحميلها بالأمر الإنتاجى رقم (٣٩ وبزمن تشغيل مقداره ٢٨ ساعة، فإذا أضفنا زمن تشغيل الأمر رقم (٦) والبالغ قدره ٤٢ ساعة إلى ٢٨ ساعة سيكون الناتج ٢٨ + ٤٢ = ٧٠ ساعة وهى تمثل طاقة الآلة (أ) تماما، إذن ليس هناك ما يمنع من تخصيص الأمر الإنتاجى (٦) للتشغيل على الآلة (أ)، ونسجل هذا التحميل فى عمود المتجمع الصاعد وبزمن مقداره ٧٠ ساعة .

- ثم يتم الانتقال إلى الأمر الإنتاج رق (٧) وهكذا متبعين نفس الخطوات والتصرفات التى ذكرت سابقا لنحصل فى النهاية على جدول التحميل الكامل، ومنه سيتبين أنه قد تم تحميل كافة الأوامر على الآلات المتاحة دون تجاوز فى طاقة أى من تلك الآلات، فقد تم استغلال الطاقة المتاحة للآلات (أ)، (ب)، (ج)، استغلالا كاملا (٧٠ساعة)، أما الآلة الرابعة فقد تم تشغيلها وتحميلها بعدد ٦٨ ساعة والمتاح منها ٧٠ ساعة أى أنه مازال يوجد عدد ٢ ساعة تشغيل متاحة على الآلة (د) يمكن استغلالهم فى أى عمليات أخرى وفقا لما ترى الإدارة .
- من ناحية أخرى ستظهر خريطة التحميل للأسبوع القادم على الشكل التالى:

خريطة التحميل للأسبوع القادم

الأيام / الآلات	السبت		الأحد		الاثنين		الثلاثاء		الأربعاء		زمن التشغيل الأسبوعى
	الوردية الأولى	الوردية الثانية	الوردية الأولى	الوردية الثانية	الوردية الأولى	الوردية الثانية	الوردية الأولى	الوردية الثانية	الوردية الأولى	الوردية الثانية	
الآلة (أ)		الأمر رقم (٣)					الأمر رقم (٦)				٧٠
الآلة (ب)		الأمر رقم (٢)					الأمر رقم (٧)		الأمر رقم (٩)		٧٠
الآلة (ج)		الأمر رقم (٤)					الأمر رقم (٥)		الأمر رقم (١٠)		٧٠
الآلة (د)		الأمر رقم (١)					الأمر رقم (٨)				٦٨

كمـا يوضـح الجدول التالى مقارنة بين التحميل المقترح باستخدام طريقة الأرقام القياسية وبين التحميل وفقا لأكفأ آلة .

المقارنة بين التحميل المقترح والتحميل على أكفأ آلة

أوامر الإنتاج	التحميل المقترح		التحميل على أكفأ (أ)		الفرق بالزيادة
	الآلة المخصصة	زمن التشغيل بالساعة	الآلة المخصصة	زمن التشغيل بالساعة	
١	د	٢٩	د	٢٠	–
٢	ب	٣٠	ب	٣٠	–
٣	أ	٢٨	أ	٢٨	–
٤	ج	٣٢	ج	٣٢	–
٥	ج	٢٢	ج	٢٢	–
٦	أ	٤٢	ب	٤١	١
٧	ب	١٨	أ	١٧	١
٨	د	٣٩	ج	٣٧	١
٩	ب	٢٢	أ	٢٠	٢
١٠	ج	١٦	د	١٥	١
مجموعات ساعات		٢٧٨		٢٧٨	٦

لقـد سبق أن ذكـرنا أن التحمـيل على أكفأ آلة وأن كانت نتيجته هى تخفيض مجمـوع سـاعات التـشغيل للأوامـر إلا أنه غير عملى لأنه لا ينظر إلى مـدى إمكانـية هـذا التحمـيل مـن عدمـه ، مـثل التحميل على أكفأ آلة فى هذا الجدول والذى يعتبر تحميل لا يراعى طاقات الآلات المتاحة ويخرج عن حدود الطاقة القصوى المتاحة لها .

التتابع فى حالة الوحدة الإنتاجية Job-shop sequencing

بعـد الانتهاء من تخصيص الأوامر وتحميلها على الآلات أو على مراكز التـشغيل المختلفة ، فإن الخطوة المنطقية التالية هى تحديد تتابع التشغيل على تلك الأوامر غير مختلف الآلات أو مراكز التشغيل التى ستجرى بعض العمليات علـى تلـك الأوامـر ، وأن يكون هذا التتابع مستهدفا تحقيق بعض معايير الأداء

الموضوعة مثل الاستخدام الأمثل للموارد، أو الوفاء بمواعيد التسليم، أو أى معايير أخرى يتم وفقا لها تقييم التتابع الموضوع.

العوامل التى تؤثر على الأسلوب تحديد التتابع المستخدم :

قبل أن نبدأ فى استعراض الأساليب الممكن استخدامها فى عملية التتابع يتعين أولا أن نستعرض العوامل المؤثرة فى اختيار ذلك الأسلوب المستخدم، وهى مجموعة عوامل تشكل فى مجموعها ما يمكن أن نطلق عليه سمات وخصائص الوحدة الإنتاجية المتصلة بعملية التتابع Job-shop sequencing

وتلك السمات والخصائص هى ما تميز حالة عن الأخرى مما يجعل هناك تباينا فى استخدام أسلوب تحديد التتابع الملائم لكل حالة وهذه العوامل هى :

١- عدد الأوامر الإنتاجية المطلوب تشغيلها .

٢- عدد ونوع الآلات الموجود، مع ملاحظة أن كلمة آلة قد تعنى أيضا محطة عمل work station، أو مرحلة إنتاج production stage، وبطبيعة الحال فإن الأسلوب الرياضى الذى يستخدم لإعداد عملية التتابع يختلف حسب عدد الآلات ونوع العمليات المطلوبة لكل أمر .

٣- نمط وصول الأمر الإنتاجى the job arrival pattern ويقصد بذلك الكيفية التى ترد عليها أوامر الإنتاج، وهذا النمط يأخذ أحد شكلين، فإما أن ترد الأوامر الإنتاجية جميعها فى لخطة واحدة static pattern ، أى تكون كل الأوامر المطلوب إعداد تتابعها متوافرة فى بداية الوردية beginning of a shift ، ولا يسمح لأوامر غيرها أن تدخل فى الجدولة، والنمط الثانى لورود الأوامر هو النمط الديناميكى والذى يصل فيه الأمر فى أى وقت dynamic arrival pattern، وفى هذا النمط فإنه بالإضافة إلى الأوامر المنتظرة فعلا للتشغيل فربما تصل أوامر أخرى بشكل عشوائى أو منتظم، واستنادا إلى أولوية تخصيصها فالذى يصل أخيرا يتعين إدماجه فى الجدولة الحالية،

ومثل ذلك حالات الطوارئ فى المستشفيات، ومن البديهى أن شكل ونمط وصول الأمر الإنتاجى يؤثر على اختيار ذلك الأسلوب الذى يتم استخدامه لإعداد التتابع، إذ ليس من المنطقى أن يكون ذات الأسلوب الذى يتم استخدامه فى حالة تجمع أوامر الإنتاج قبل بداية الإنتاج والتشغيل هو نفسه الذى يستخدم فى حالة وصول الأوامر فى أى وقت قبل وأثناء وبعد الجدولة .

٤- نمط التدفق فى الوحدة الإنتاجية job-flow pattern ونعنى بذلك الشكل الذى يأخذه التدفق فى الوحدة الإنتاجية، إذ أنه فى معظم الحالات نجد أن الوحدة الإنتاجية تشتمل على عدد من مراكز التشغيل أو مراكز العمل work center، وأن إتمام الأمر الإنتاجى يتطلب المرور على بعض أو لك هذه المراحل، وعلى ذلك فإنه يمكن فى هذا الخصوص التمييز بين حالتين: الحالة الأولى هى أن كافة الأوامر الإنتاجية تتطلب التشغيل على كافة تلك المراكز وبنفس التتابع ى بنمط تدفق ثابت flow shop pattern والحالة الثانية هو أن يكون لكل أمر إنتاجى عمليات تشغيلية معينة ذات تدفق معين حسب مواصفات الأمر أو الطلبية، وهذه الحالة هو ما يطلق عليها نمط الوحدة الإنتاجية job shop pattern، ولكن يتعين أن نقرر هنا أن الوحدة الإنتاجية ليست دائما تندرج تحت أى من النمطين السابقين أو ربما – وهذا هو الأغلب الأعم – تسمح بخليط منهما hybrid Job- shop

٥- قاعدة اختيار الأمر لمركز عمل معين، وفى بعض الأحيان يطلق عليها قواعد الأولوية وهى التى تعد أساسا لتحديد تتابع الأوامر، وتتضمن تلك القواعد:

أ – الوارد أولا يخدم أولا frist come , first served (FCFS)

ب- الأمر العشوائى Random order (RO)

ج- أقصر زمن للعملية shortes operation time (SOT)، وهذه القاعدة تعمل على تتابع الأوامر المخصصة لمحطات العمل بشكل يعمل على زيادة زمن التشغيل .

د – الوقت الأكبر المتبقى المتبقى حتى التاريخ المحدد slack time left until Due dete (STD)، وهذا يعادل ويساوى عدد الأيام من اليسار (النهاية) حتى التاريخ المحدد ناقصا عدد أيام زمن التشغيل المتبقية .

هـ- الوقت الراكد لكل عملية متبقية slack time per operation remaining (STO)_ وهـذا يعادل الفرق بين الوقت المتبقى حتى تاريخ التسليم وبين تشغيل الآلة المتبقى مقسوما على عدد العمليات المتبقية .

٦- معيار تقييم الجدولة schedule evaluation criterion وهى المعايير التى تـستخدم للمفاضـلة بين بدائل التتابع المتاحة لاختبار أفضلها والذى يحقق المعيار المعين الذى يحقق الأهداف الموضوعة من قبل المنظمة .

بعـض معـايير الجدولة تركز على تحقيق معدل استخدام مرتفع للموارد الحـرجة للـوحدة الإنتاجـية، ففـى بعـض الـوحدات الإنتاجـية نجد أن الموارد البشرية تمثل أهم الطاقات التى تتسبب فى ظهور عنق الزجاجة bottlenecks وهـذا يحـدث مـثلا فـى المستشفيات بالنسبة للأطباء، والأساتذة فى الجامعات خاصـة فى حالة الإشراف على الرسائل العملية، وعمال ميكانيكا السيارات فى ورش إصـلاح الـسيارات، أمـا فـى المـنظمات التـى تـستخدم الـنظم الآلـية فـى عملـياتها، فـإن تلك الآلات خاصة مرتفعة التكلفة منها تمثل الموارد الحرج فى تلـك المـنظمات، فمثلا أجهزة تحليل الدم فى معامل التحاليل الطبية، وحدات الحاسب الآلى فى مكاتب الاستشارات الهندسية والإدارية وهكذا .

وفـى عديـد مـن الحـالات الأخـرى قـد يكـون من الأمور ذات الأهمية القـصوى هـو التركيـز علـى سـرعة تـسليم الطلـبات، وفـى تلـك الحـالات فإن المـنظمات تسعى جاهدة إلى اتباع طريقة جدولة تمكنها من تخفيض نسبة تأخير الانتهاء من الطلبيات .

ونقدم فيما يلى معايير التقييم الأكثر استخداما فى مجال الجدولة :

أ – معايير تستهدف تحسين خدمة المستهلك وتشتمل على :

- متوسط ومن التشغيل (APT) Average processing time مع ملاحظة أن زمن التشغيل = زمن العملية + زمن الانتظار عند محطة العمل .
- متوسط زمن الانتظار للأوامر (AWT) Average waiting time
- نسبة تأخير الأوامر percentage of late Jobs

ب) معايير تستهدف الموارد : وتشتمل على المعايير التالية :

- معدل استخدام العمال (LU) labor utilization
- معدل استخدام الآلة (NU) machine ionization
- تكلفة المخزون تحت التشغيل (IP) In process inventory cost

ويتعين فى هذا المجال أن نقرر أنه لا يمكن القطع بأن هناك معيارا للتقييم أفضل من الأخر، إذ لا توجد قاعدة اختيار مثلى أو أفضل لجميع الحالات فى التطبيق العملى، ففى حالات تقديم مستويات خدمة تقديم مستويات خدمة عالية للمستهلك وجد بالتجربة أن قاعدة أقصر زمن للعملية يكون لها أقل متوسط لزمن التشغيل لجميع قواعد الاختيار التى تم تجربتها واختبارها، وعلى أى حال فحيث أنه فى الواقع العملى نجد أن أهمية الأمر الإنتادجى عادة ترتبط إيجابيا مع زمن تشغيله، لذلك نجد أن هناك اتجاه لجعل تتابع الأوامر بشكل يؤدى إلى تخفيض أزمنة التشغيل . وحيث أنه لا يوجد تفضيل معيار للاختيار من بين كل معايير الجدولة، فإن معظم الوحدات الإنتاجية تحاول أن تعمل جيدا فى إطار بعض الحدود ولكن بهدف محدد .

ونستعرض فيما يلى أهم الأساليب المستخدمة ف تحديد التتابع وفقا للحالة المعنية التى يتم فى إطارها إعداد عملية التتابع وهذه الحالات هى :

الحالة الأولى : حالة عدة أوامر إنتاجية تستخدم آلة واحدة مع وصول الأوامر فى لحظة واحدة .

الحالة الثانية : حالة عدة أوامر إنتاجية تستخدم آلتين مع وصول الأوامر فى لخطة واحدة.

الحالة الثالثة : حالة عدة أوامر إنتاجية تستخدم ثلاث آلات، مع وصول الأوامر فى لحظة واحدة .

الحالة الرابعة : حالة عدة أوامر إنتاجية تستخدم عدة آلات مع التدفق الثابت وصول الأوامر لحظة واحدة .

نتناول فيما يلى شرح توضيحى وتفصيلى لكل من الحالات السابقة على الترتيب :

الحالة الأولى : حالة عدة أوار وآلة واحدة (أو وحدة إنتاجية) فى إطار نظام تدفق ثابت وأوامر مجمع قبل بداية التشغيل :

فى هذه الحالة تكون هناك عدة أوامر فى إطار نمط الوصول فى لحظة واحدة، بمعنى أن كل الأوامر قد تجمعت قبل بداية تشغيل المركز الإنتاجى أو الآلة الواحدة الموجودة، وأن نظام التشغيل الذى يسود الوحدة الإنتاجية هو نظام التدفق الثابت flow shop

وفيما يلى نضع الرموز التى سوف نستخدمها لوضع العلاقة الرياضية التى ستستخدمها فى تحديد عملية التتابع :

- عدد الآلات أو مراكز التشغيل (م) =١ آلة واحدة (م = ١٩ .
- عدد الأوامر المطلوب تشغيلها (ن) = عدة أوامر (ن > ١) .
- $ز_{و}$ = زمن العملية للأمر، حيث أن و = ١ ، ٢، ٣ ... ن
- $س_{و}$ = زمن انتظار الأمر .
- $ت_{و}$ = زمن التشغيل للأمر ($ت_{و}$ = $س_{و}$ + $ز_{و}$)
- ت = متوسط زمن التشغيل .

فـى مـثل تلـك الحالـة يكـون المطلـوب هـو تحديـد التتابع بحيث يتم تـشغيل عـدد الأوامر الموجود (ن) عبر آلة واحدة لتخفيض متوسط زمن التشغيل (ت) .

مثال :

فـى أحـد معامـل التحالـيل الطبية وصلت إليه فى صباح أحد الأيام ٥ عيـنات دم مـن مستـشفى معـين لـبعض المرضى، ومطلوب تحليل تلك العينات بنوعـيات مخـتلفة مـن التحلـيل بغرض تشخيص الحالة الطبية للمرضى، علما بـأن كـل تلـك العينات يتم تحليها باستخدام نوعية واحدة من الأجهزة ويوجد بالعمـل جهـاز واحـد مـن تلك النوعية وفيما يلى الأزمنة التقديرية لتحليل كل عينة على ذلك الجهاز :

العينة المعملية	أ	ب	ج	د	هـ
زمن العملية (رو) بالدقيقة	٧٢	١٨	٤٨	٣٠	١٢

والمطلـوب تحديد التتابع المناسب لتنفيذ تحليل تلك العينات على ذلك الجهـاز أخذا فى الاعتبار تخفيض متوسط زمن التشغيل لكل الأوامر التى سيتم تنفيذها على ذلك الجهاز .

الحل :

ممـا لاشك فيه أن متوسط زمن التشغيل يعتمد على التتابع المعين الذى يتم به تنفيذ تحليل تلك العينات (الأوامر)، إذ يمكن ملاحظة أن زمن التشغيل يخـتلف اخـتلاف أسـلوب التـتابع المـستخدم، وفـيما يلـى نوضـح للقارئ هذه الحقيقة من خلال ثلاثة أساليب لإعداد هذا التتابع :

متوسـط زمـن التـشغيل في حالة الترتيب وفقا للوارد أولاد ينفذ أولا :

لهـذا الغـرض سيتم إعداد الجدول التالى ويراعى أن أساس التتابع المستخدم هو أولـوية ورود العيـنات إلى المعمل إذ سيتم إعطاء كل منها رقما مسلسلا يعبر عن

أولوية الورود إلى المعمل، ومن ثم يتم التنفيذ وفقا لهذا التسلسل، وفى هذه الحالة يتم حساب متوسط زمن التشغيل كالآتى :

حساب زمن التشغيل وفقا لقاعدة الوارد أولا يخدم أولا :

العينة المعملية الأمر (ن)	زمن العملية (زو)	زمن الانتظار (س و)	زمن التشغيل (ت و)
أ	٧٢	صفر	٧٢
ب	١٨	٧٢	٩٠
ج	٤٨	٩٠	١٣٨
د	٣٠	١٣٨	١٦٨
هـ	١٢	١٦٨	١٨٠
مجموع زمن التشغيل (دقيقة)			٦٤٨

∴ متوسط زمن التشغيل (ت) $= \frac{ت_أ + ت_ب + ت_ج + ت_د + ت_هـ}{ن} = \frac{٦٤٨}{٥} =$ ١٢٩,٦ دقيقة

وفيما يلى نوضح كيف أمكن إعداد هذا الجدول للوصول إلى متوسط زمن التشغيل .

- العمود الأول بالجدول سجلت به الأوامر (العينات) وفقا لترتيب وصولها إلى معمل التحاليل الطبية حيث أن أساس التتابع فى هذا الجدول هو أولوية ورود العينات إلى المعمل (الوارد أولا يخدم أولا FCFS)
- العمود الثانى يوضح زمن العملية على كل عينة من العينات الخمس، فالعينة الأولى تحتاج لتحليلها على الجهاز إلى ٧٢ دقيقة، والعينة الثانية ١٨ دقيقة وهكذا، ويجدر أن نلفت النظر إلى أن هذه الأزمنة توضح زمن العملية لكل أمر وليست زمن تشغيل كل عينة، فكما سبق القول فإن زمن التشغيل = زمن العملية + زمن الانتظار .

- يتبين من الشرح السابق أن العمود الأول والعمود الثانى كلها معطيات من المثال ذاته ولم نقم بإجراء أى عمليات حسابية عليها ولكنها تسجيل مباشر من بيانات المثال، أما بداية العمليات الحسابية فتبدأ من العمود الثالث، وهو العمود الذى يمثل زمن انتظار كل أمر حتى يمكن تنفيذ العملية عليه، وهذا الزمن يمثل زمن الانتظار للأمر المعين لحين الانتهاء من إجراء العملية المعينة على الأمر الذى يسبقه، وحيث أن العينة العملية (أ) هى أول عينة ولا يوجد قبلها عينات تحت التشغيل لذلك فإنه بمجرد تشغيل جهاز تحليل الدم تدخل العينة (أ) إلى الجهاز فورا دون انتظار ولهاذ سنجد أن زمن انتظار العينة (أ) = صفر، أما بالنسبة (ب) وحيث أننا سبق أن ذكرنا أن جميع الأوامر وصلت قبل بداية وردية التشغيل، فإن ذلك يعنى أن العينة (ب) ستظل منتظرة دخولها إلى جهاز التحليل طالما أن العينة (أ) يتم تنفيذها فعلا على الجهاز أى أن زمن انتظار العينة (ب) هو زمن العملية على العينة (أ) ومقداره ٧٢ دقيقة، إذ لن تدخل العينة (ب) إلى الجهاز إلا بعد أن تخرج منه العينة (أ) وهذا يستغرق ٧٢ دقيقة، وكذلك الحالة بالنسبة للعينة (ج) والتى ستظل منتظرة إلى حين لانتهاء من (أ)، (ب)، أى أن زمن انتظارها هو زمن العملية (أ) + زمن العملية (ب) = ٧٢ + ١٨ = ٩٠ دقيقة وبنفس الطريقة فإن زمن انتظار العينة المعملية (د) = زمن العملية (أ) + زمن العملية (ب) + زمن العملية (ج) = ٧٢ + ١٨ + ٤٨ = ١٣٨ دقيقة .. وهكذا لباقى العينات المعملية .
- العمود الرابع بالجدول والذى يمثل زمن التشغيل ما هو إلا حاصل جمع قيم العمود الأول + قيم العمود الثانى، إذ أن زمن التشغيل للأمر هو زمن العملية + زمن الانتظار، فبالنسبة للعينة المعملية (أ) نجد أن زمن العملية لها هو ٧٢ دقيقة وزمن انتظارها صفر، إذن زمن التشغيل للعينة (أ)= ٧٢ + صفر = ٧٢ دقيقة وبالنسبة للعينة المعملية (ب) = زمن العملية ب +

زمن انتظار ب = ١٨ + ٧٢ = ٩٠ دقيقة ... وهكذا بالنسبة لباقى العينات المعملية .

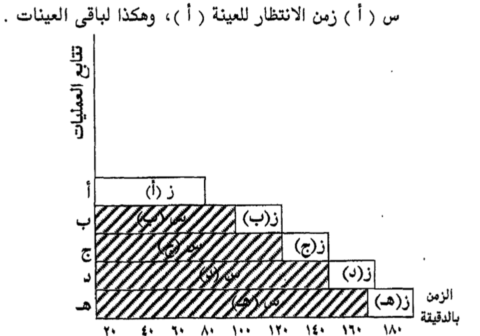
➢ وحيث أن متوسط زمن التشغيل = $\frac{\text{مجموع زمن التشغيل لكل الأوامر}}{\text{عدد الأوامر}}$

∴ متوسط زمن التشغيل = $\frac{٦٤٨}{٥}$ = ١٢٩,٦ دقيقة .

وزيـادة فى الإيضاح يمكن تصوير نتيجة التتابع الوارد بالجدول السابق على شكل خريطة جانت وستظهر على النحو التالى، علما بأننا سنستخدم فيها الرموز التالية :

ز (أ) زمن العملية وهكذا لباقى العينات .

س (أ) زمن الانتظار للعينة (أ)، وهكذا لباقى العينات .



ويتـضح مـن هـذا الشكل أن زمن الانتظار الكلى لكافة العينات المعملية هو الجزء المضلل بالشكل والذى يساوى = س (ب) + س (ج) + س (د) + س (هـ)، أمـا المـستطيلات غير المظللة أمام كل عينة فهى تمثل زمن العملية لكل عينة .

متوسـط زمـن التـشغيل فى حالة الترتيب وفقا للأمر الذى يحتاج وقت قـصير أولا (SPT): وفقـا لهـذا الأسـاس فـى الترتيب وهو الأوامر التى يلزمها

وقـت قـصير أولا shortest process time (SPT) أو shortest operation time (SOT) فـإن تـرتيب تـتابع العينات المعملية سيكون هـ (١٢دقيقة)، ب (١٨ دقـيقة)، (٣٠ دقـيقة)، ج (٤٨دقيقة)، أ (٧٢ دقيقة) ووفقا للتابع حسب هذا الأساس فإنه يمكن حسب متوسط زمن التشغيل بعد إعداد الجدول التالى :

والـذى يـتم منه استخرج زمن التشغيل لكل عينة مخملية (أمر) ومن ثم مجموع أزمنة التشغيل لكافة العينات.

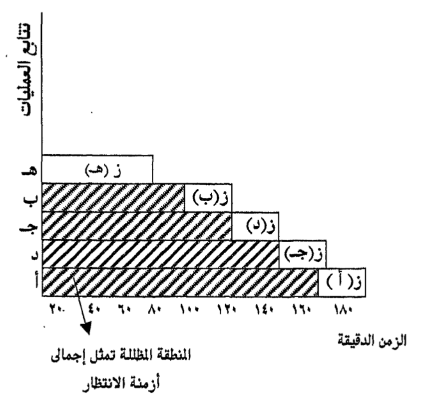
حساب زمن التشغيل وفقا لقاعدة الأوامر التى يلزمها وقت قصير أولا

العينة المعملية الأمر (ن)	زمن العملية (ز و)	زمن الانتظار (س و)	زمن التشغيل (ت و)
هـ	١٢	صفر	١٢
ب	١٨	١٢	٣٠
د	٣٠	٣٠	٦٠
جـ	٤٨	٦٠	١٠٨
أ	٧٢	١٠٨	١٨٠
مجموع زمن التشغيل (دقيقة)			٣٩٠

∴ متوسط زمن التشغيل (ت) = $\frac{٣٩٠}{٥}$ = ٧٨ دقيقة .

ويلاحـظ أنه قد تم إعداد هذا الجدول بذات الطريقة التى تم بها إعداد الجـدول الـسابق ويتـبين مـن هـذا الجدول أن متوسط زمن التشغيل وفقا لقاعدة الأوامـر التـى يلـزمها وقـت قـصير أولا هـو ٧٨ دقـيقة، وبمقارنـة ذلك المتوسط بالمتوسـط المحقـق مـن الجـدول وفقـا لقاعـدة الوارد أولا يخدم أولا وهو ١٢٩,٦ دقيقة، نجد أن تحقيق هدف الإنجاز فى أقصر وقت يتوافق فى هذه الحالة مع

قاعـدة الأوامر التى يلزمها وقت قصير أولا ، ويمكن أن يتضح ذلك بصورة أعمق من خلال خريطة جانت التالية التى تجسد الجدول الثانى :



ويتـضح مـن هـذا الـشكل وبمقارنـته بالشكل السابق أنه يظهر اختصار كـبير لإجمـالى أزمـنة الانتظار الأمر الذى جعل متوسط زمن التشغيل فى الحالة الثانـية أقـل كـثيرا منه الحالة الأولى مما يظهر ويثبت أن تتابع العمليات على شـكل معـين وبـنمط معـين يـسهم فى تحقيق الهدف الموضوع ولقد كان الهدف الموضـوع لمعمـل التحالـيل الطبـية هـو تخفـيض متوسـط زمـن التشغيل للعينات المعملية المطلوبة تنفيذها .

متوسـط زمن التشغيل فى حالة التتابع وفقا لقاعدة الواردة أخيرا يخرج أولا (LIFO) وفقا لهذا الأساس فى الترتيب وهو قاعدة الوارد أخيرا يخرج أولا (LIFO) last in first out، فـإن تـرتيب تـتابع العمليات المعملية سيكون هـ

(١٢ق)، د (٣٠ق)، جـ (٤٨ق)، ب (١٨ق) ، أ (٧٢ق) وفقا لهذا التتابع فإن الجدول التالى يمهد لحساب متوسط زمن التشغيل له كالآتى :

حساب زمن التشغيل وفقا لقاعدة الأوامر التى يلزمها وقت قصير أولا

العينة المعملية	زمن العملية	زمن الانتظار	زمن التشغيل
هـ	١٢	صفر	١٢
ب	١٨	١٢	٤٢
د	٣٠	٣٠	٩٠
جـ	٤٨	٦٠	١٠٨
أ	٧٢	١٠٨	١٨٠
مجموع زمن التشغيل (دقيقة)			٤٣٢

∴ متوسط زمن التشغيل (ت) = $\frac{٤٣٢}{٥}$ = ٨٦,٤ دقيقة .

ويتضح من هذه النتيجة أن متوسط ومن التشغيل وفقا لقاعدة الوارد أخيرا يخرج أولا يزيد قليلا عن المتوسط الذى تم حسابه وفقا لقاعدة الأوامر التى يلزمها وقت قصير أولا، وإن كان أفضل من متوسط زمن التشغيل وفقا لقاعدة الواردة أولا يخدم أولا، ويظهر ذلك من المقارنة التالية :

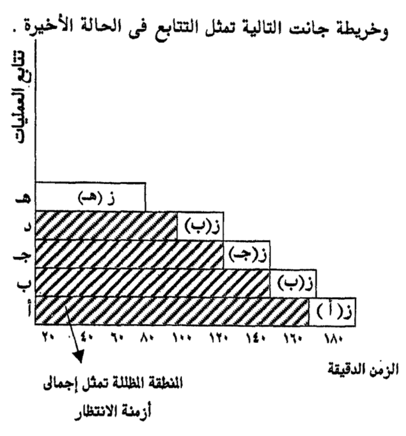
متوسط زمن التشغيل وفقا لقاعدة الوارد أولا يخدم أولا ١٢٩,٦ دقيقة

متوسط زمن التشغيل وفقا لقاعدة لأوامر التى يلزمها وقت قصير أولا ٧٨ دقيقة .

متوسط زمن التشغيل وفقا لقاعدة الوارد أخيرا يخرج أولا ٨٦,٤دقيقة

تلك النتيجة توضح أن فى هذه الحالة بالذات (حالة معمل التحاليل الطبية) نجد أن قاعدة الأوامر التى يلزمها وقت قصير أولا هى الأفضل من حيث متوسط زمن التشغيل ومرة أخرى نؤكد أن ذلك ليس صحيحا فى كل الأحوال .

وخريطة جانت التالية تمثل التتابع فى الحالة الأخيرة .



وفـى بعض الأحيان وعند إعداد وتشغيل الأوامر المختلفة، نجد أن لها أولـويات معيـنة فـى التـشغيل، وليـست كلها متساوية فى تلك الأولوية، الأمر الـذى يجعلـنا لا يمكـن تجاهـل تلـك الأولـوية، ولكن هل نستجيب فى عملية التـتابع لهـذه الأولـوية فقـط؟ بمعنـى هـل سيكون المعـيار هـنا هو تحقيق تلك الأولـويات بـصرف النظـر عـن أى معـيار أخـر ولـيكن تخفـيض متوسـط زمـن التشغيل، الحقيقة أنه يتعين عدم التغاضى عن أى منها فلا يجب إهمال درجة الأولـوية، ولا يجـب قـصر اهـتماما علـيها متناسين هدف تخفيض متوسط زمن التـشغيل، ولكـن كـيف يمكـن تحقـيق ذلـك؟ يمكـن ببـساطة اللجـوء إلى فكرة الترجـيح، أى ترجيح أزمنة العمليات بأوزان نسبية تمثل درجة الأولوية، فإذا رمـزنا للأولويات بأرقام من ١–١٠، فإنه يتم تخصيص تلك الأرقام على الأوامر

بحـيث يكـون الـرقم الأكبر للأمر الذى يمثل أكثر أهمية، وعمليا يمكن الوصول إلى أزمنة العمليات المرجحة عن طريق قسمة زمن العملية للأمر المعين على وزنه النسبى، ومن ثم نصل إلى أزمنة معدل يمكن عن طريقها تحديد تتابع الأوامر .

فبفرض أنه في مثالنا السابق كانت أوزان عينات التحليل هى : أ=٤، ب = ٢، جـ=١٠ ، د = ٥، هـ=١

ويمكـن إعـداد جدول تتابع العينات الأوامر وفقا لمعيار تخفيض متوسط زمن العمليات المرجح كالآتى :

تحديد التتابع أخذا فى الاعتبار أولويات الأوامر

الأمر العينة	زمن العملية	الوزن	الزمن المعدل (زمن العملية / الوزن)	تتابع الأوامر
أ	٧٢	٤	١٨	٥
ب	١٨	٢	٩	٣
ج	٤٨	١٠	٤,٨	١
د	٣٠	٥	٦	٢
هـ	١٢	١	١٢	٤

مـن هـذا الجـدول يتـضح أنـه بغـرض تخفـيض متوسـط زمن العمليات المرجح، فإن التتابع المناسب هو : ج ←د ←ب ← أ

وذلك طبقا للمعدلات : ٠,٠٨ ٠,١٠ ٠,١٥ ٠,٢٠ ٠,٣٠

الحالـية الثانـية : حالـة عـدة أوامـر إنتاجـية وعـدد ٢ آلة مع وصول الأوامر فى إطار نظام تدنق ثابت ومجمعه قبل بداية التشغيل :

فى الحالة الأولى كنا نتعامل مع حالة عدة أوامر إنتاجية للتشغيل على آلـة واحـدة، ولكـن قـد تكـون طبـيعة تلـك الأوامـر أو الطلبـيات تحتاج لإتمام إنـتاجها التـشغيل علـى عـدد ٢ آلـة أو محطـة عمـل work centers ويكـون المطلوب فى تلك الحالة هو تحديد تتابع تشغيل تلك الأوامر على هاتين الآلتين أو مركـزى العمـل المـتاحين مع الأخذ فى الاعتبار عند التعامل مع تلك الحالة

أيضا أن نمط التدفق ثابت وأن جميع الأوامر تصل جميعها إلى التشغيل قبل بداية وردية التشغيل، وأن أى منها لن يصل بعد بداية هذا التشغيل كذلك يفترض أن الوقت اللازم لكل أمر فى كل عملية لا يتوقف على ترتيبه فى التتابع المختار .

وإذا لم يكن هناك قاعدة أولوية معينة لإتمام الأمر المعين، فإن التتابع الأمثل لعدد معين من الأوامر خلال ٢ آلة أو مركزين من مراكز العمل يمكن أن يتم عن طريق استخدام قاعدة جونسون Johnson rule كالآتي :

١- يتم إعداد جدول يسجل به أزمنة العمليات الخاصة بكل أمر إنتاجى على كل من الآلتين وهذا البيان تكون معلوماته وارده أصلا، المثال المعطى من واقع البيانات الحقيقة لمشكلة التتابع المطلوب إيجاد حل أمثل لها، ولهذا الغرض سنفترض المثال المبسط التالى :

تتطلب بعض الأوامر الإنتاجية عمليات تجميع وعملية طلاء ولذلك فإنها تمر على محطتين من محطات العمل المحطة الأولى محطة التجميع، والمحطة الثانية للطلاء والتشطيب، وقد تم تحديد الاحتياجات الزمنية لكل أمر من الأوامر الإنتاجية الستة التى تجمعت للتنفيذ والجدول التالى يوضح أزمنة عمليات الأمر بالدقيقة بكل من محطتى العمل :

محطة العمل	أزمنة عمليات الأمر الإنتاجى (بالدقيقة)					
	أ	ب	ج	د	هـ	و
التجميع	٥٠	٥٠	٧٠	٣٠	٥٥	٦٥
الطلاء	٦٥	٢٥	٥٥	٤٠	٥٠	٩٠

والمطلوب تحديد التتابع المناسب لتلك الأوامر على محطتى العمل والذى يعمل على تقليل متوسط الوقت الذى يقضيه الأمر فى الوحدة الإنتاجية تضم محطتى العمل .

٢- بعد إعداد جدول الأزمنة السابق، يتم اختيار اقل أزمنة العمليات فى ذلك الجدول، وتحديد الأمر الإنتاجى المقابل لهذا الزمن الأقل، ومن الجدول

السابق يتضح أن أقل الأزمنة يخص الأمر الإنتاجى (ب) وعند محطة العمل الثانية (٢٥ دقيقة لطلاء محتوى الأمر الإنتاجى (ب))

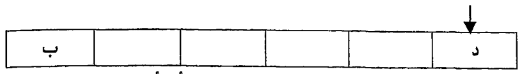
٣- إذا كان أقل زمن والناتج من الخطوة السابقة عند الآلة الأولى (أو المحطة الأولى) يتم تخصيص تتابع الأمر أولا بقدر الإمكان أى أن يكون ترتيبه فى التتابع الأول، أما إذا كان الزمن الأقل يقع عند الآلة الثانية (المحطة الثانية)، فيخصص تتابع الأمر الإنتاجى فى نهاية التتابع بقدر الإمكان، وبتطبيق تلبك الخطوة عمليا على بيانات الجدول السابق نجد أن أقل زمن يخص الأمر الإنتاجى (ب) وعند محطة العمل الثانية، لذا يتم تخصيص تتابعه فى نهاية التتابع بقدر الإمكان ويتم ذلك كما هو موضح بالشكل التالى :

					ب ↓

واضح أنه قد تم تقسيم هذا الشكل إلى ستة مربعات بعدد الأوامر الإنتاجية المتاحة، ووفقا للخطوة الثانية فقد تم تحديد تتابع الأمر الإنتاجى (ب) فى نهاية التتابع لأن أقل زمن فى العملية الثانية .

٤- طالما أنه قد تم تعيين تتابع الأمر الإنتاجى (ب) فإنه يتم إلغاء أزمنة ذلك الأمر من جدول الأزمنة، لتبقى بعد ذلك تلك الأوامر التى لم يتم تحديد تتابعها بعد .

٥- نقوم بعد ذلك بتكرار الخطوة الثانية والثالثة، أى يتم تحديد أقل أزمنة العمليات فى جدول الأزمنة، وتحديد لأى أمر وفى وأى محطة عمل (أو على أى آلة) مع مراعاة أننا استبعدنا الأمر (ب) وكافة أزمنته .. وبإجراء هذه الخطوة على البيانات الواردة بالجدول سنجد أن أقل الأزمنة فى هذا الجدول هو (٣٠ دقيقة) وهذا الزمن يخص الأمر الإنتاجى (د) عند محطة العمل الأولى (التجميع)، إذا وفقا لقاعدة سيتم تحديد تتابع هذا الأمر فى البداية أولا على قدر الإمكان، أى سيتم وضعه فى المربع الأول فى أقصى اليمين كالآتى :

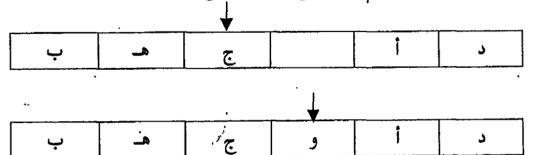


د					ب

٦- يتم تكرار العمل الوارد بالخطوة السابقة، وسنجد أن أقصر زمن بعد (ب)، (د) هو الزمن (٥٠ دقيقة) وهو يخص كلا من الأمر (أ) والأمر (هـ)، ولكن بالنسبة للأمر الإنتاجى (أ) فهذا الزمن عند محطة العمل الأولى، فى حين أن أقل زمن للأمر (هـ) عند محطة العمل الثانية، وهذه هى حالة التعادل، لذلك يخصص الأمر (أ) من اليمين لأول فرصة متاحة، ويخصص الأمر (هـ) من اليسار لأول فرصة متاحة، وسيظهر التتابع حتى إعداد هذه الخطوة كالآتى :

د	أ			هـ	ب

٧- يتبقى بعد الخطوة السابقة كل من الأمر الإنتاجى (جـ)، والأمر الإنتاجى (و)، وسنجد أن أقصر زمن لهما هو ٥٥ دقيقة وهو الخاص بالأمر (ج) على محطة العمل الثانية ومن ثم يتم تسكينه فى التتابع فى أول فرصة على اليسار، ومن ثم يكون الموقع الوحيد الشاغر فى التتابع يخص الأمر الإنتاجى (و) الذى يتم وضعه فى مكانه كالآتى :



د	أ		ج	هـ	ب

د	أ	و	ج	هـ	ب

ويصبح الشكل الأخير هو التتابع والصحيح والنهائى والذى يحقق الموضوع وهو الوصول بالزمن المفقد الإجمالى إلى أدنى حد له، وعلى ذلك يتم تتابع الأوامر كالآتى :

د ← أ ← و ← ج ← هـ ← ب .

وحتى يمكن الوقوف على تقدير متوسط الزمن الذى يقضيه كل أمر إنتاجى فى محطتى العمل معا يتم الاستعانة بالخريطة التالية :



أما كيفية إعداد هذه الخريطة وما يمكن استخلاصه منها من معلومات فيمكن توضيحه كما يلى :

١-يتم رسم المحورين الأفقى والرأسى، ويخصص الأفقى للزمن بالدقيقة والرأسى لتوضيح الآلتين أو مركزى العمل وهما التجميع والطلاء .

٢- يتم أولا تسجيل تتابع الأوامر على الآلة الأولى أو المركز الأول والخاص بالتجميع، من خلال مستطيل يتجه من اليسار إلى اليمين موضحا التتابع الأمثل الذى وصلنا إليه من الحل بطريقة جونسون، وحيث أن الأمر الإنتاجى الأول فى التتابع هو (د) ويستغرق من التجميع ٣٠ دقيقة، إذن بمقياس المحور الأفقى يتم تحديد رقم ٣٠ وعمل مستطيل ونكتب داخل (د)، وهذا يعنى أنه أول أمر فى التتابع ويبدأ فى الوقت صفر وينتهى فى الوقت ٣٠ دقيقة، يليه فى التتابع الأمر الإنتاجى (أ) والذى يستغرق تشغيله بالمركز الأول ٥٠ دقيقة، أى أنه سيبدأ التشغيل عليه فى القسم الإنتاجى الأول (التجميع) فى الدقيقة ٣٠ (بعد انتهاء

الأمـر {د})، وننتهـى مـنه فـى الدقيقة ٨٠، وهكذا أزمنة متراكمة فوق بعـضها حتـى نهايـة التـتابع للأمـر الإنتاجـى (ب) والذى ستنتهى منه مـرحلة التجمـيع فـى الدقـيقة ٣٢٠ أما المربعات المظلة فى نهاية مرحلة التجمـيع فـسيرد تفـصيلها بعـد الانـتهاء مـن تسجيل التتابع على مركز الطلاء .

٣- بعـد تسجيل الأزمنة للمركز اللإنتاجى الأول (التجميع) يتم الانتقال بعد ذلك لتسجيل الأزمنة على مركز الطلاء، وحيث أن مرحلة التجميع تسبق مـرحلة الطـلاء، إذن سيـستمر مركـز الطلاء بدون عمل فى بداية الوردية حتى ينتهى مركز التجميع من أول أمر والذى يستغرق ٣٠ دقيقة كما هو موضح بالشكل ولهذا بدأنا مرحلة الطلاء بوقت عاطل (وهو الجزء المظلل) مقداره ٣٠ دقيقة وهو زمن الانتظار لحين انتهاء قسم التجميع من تشغيل الأمـر الإنتاجـى (د)، وفـور انـتهاء مركـز التجمـيع من الأمر الإنتاجى (د) يذهب تفورا إلى مركز الطلاء لتشغيله ويستمر فى ذلك أربعون دقيقة وينتهـى مـنه فـى الدقـيقة ٧٠ (٣٠ دقـيقة انـتظار + ٤٠ دقيقة تشغيل) ويكـون مركـز الطـلاء جاهـزا الاسـتقبال الأمر الثانى (أ) للتشغيل عليه ولكـن هـذا الأمر الانتاجى وحتى الدقيقة ٧٠ لم ينته التشغيل عليه بعد فـى مركـز التجمـيع، إذ انه لن ينتهى منه سوى فى الدقيق ٨٠ أى أنه مركـز الطـلاء سيكون فـى حالـة تعطل لمدة عشر دقائق حتى يصل إليه الأمـر الإنتاجـى (أ) وهكـذا حتى ينتهى مركز الطلاء من التشغيل لكل الأوامـر الإنتاجـية وينتهـى مـنها جمـيعا فى الدقيقة ٣٦٥، فى حين أن مركـز التجميع انتهـى فى الدقيقة ٣٢٠، أى أن هناك تعطل مقداره ٤٥ دقـيقة فـى نهاية زمن مركز التجميع ولذلك سنجد أن هناك جزءا مظللا فى نهاية مركز التجميع مقداره ٤٥ دقيقة .

٤- يتـضح مـن هذه الخريطة أن هاك أوقات غير مستغلة فى كل من مركزى الإنـتاج التجمـيع والطـلاء ففـى المركز الأول وقت غير مستغل مقداره ٤٥

دقيقة (٣٦٥ – ٣٢٠) وفى مركز الطلاء وقت غير مستغل أيضا مقداره ٥٥ دقيقة (٣٠ + ١– + ١٥) .

ه- بناء على ما تقدم يمكن قياس الكفاءة فى استخدام الطاقة فى كل من المركزين استخدم مؤشر نسبة استغلال الطاقة من خلال المعادلة التالية :

$$\text{الكفاءة فى استخدام الطاقة} = \frac{\text{الوقت المستغل خلال دورة واحدة}}{\text{زمن الدورة}} \times ١٠٠$$

أو

$$= \frac{\text{زمن الدورة – الوقت العاطل}}{\text{زمن الدورة}} \times ١٠٠$$

وباستخدام تلك المعادلة تكون الكفاءة فى استغلال الطاقة فى كل من القسمين كالآتي :

$$\text{نسبة استغلال الطاقة مركز التجميع} = \frac{٣٢٠}{٣٦٥} \times ١٠٠ = ٨٧,٧٪$$

$$\text{نسبة استغلال الطاقة مركز الطلاء} = \frac{٣٢٥}{٣٦٥} \times ١٠٠ = ٨٩٪$$

هذا ويمكن حساب وقياس الكفاءة فى استغلال الطاقة للمركزين معا كالآتي :

$$\frac{٣٢٠ + ٣٢٥}{٢ \times ٣٦٥} \times ١٠٠ = \frac{٦٤٥}{٧٣٠} \times ١٠٠ = ٨٨,٤٪$$

الحالة الثالثة : حالة عدة أوامر إنتاجية وعدد٣ آلات مع وصول الأوامر فى إطار نظام تدفق ثابت ومجمعه قبل بداية التشغيل :

وهذه الحالة معقدة إلى حد ما قورنت بالحالتين السابقتين، فهى تتضمن عدة أوامر إنتاجية تجرى عليها ٣ عمليات (من خلال ثلاث آلات أو مراكز عمل) وفق تدفق محدد أى من العلية الأولى (الألة الأولى) إلى الثانية فالثالثة، كذلك فإن الأوامر كلها قد تم استلامها وتجميعها قبل بداية التشغيل ويمكن التعامل مع هذه الحالة باستخدام طريقة جونسون التى استخدمناها فى

الحالـة الـسابق، إلا ان تطبيقها على تلك النوعية من الحالات (عدة أوامر و ٣ آلات) تـتطلب توافـر شـرطا واحـدا علـى الأقل من الشرطين الآتيين بحيث إذا توافـر أحـداهما فـى المشكلة يمكن القول بإمكانية تطبيق طريقة جونسون عليها وهان الشرطان هما :

- أن يكـون أقـل زمـن مـن أزمـنة تـشغيل الأوامـر علـى الآلة الأولى (أو مركز التـشغيل الأول) مـساويا وأكـبر مـن أكـبر أزمـنة تـشغيل الأوامر على الآلة الثانية .
- أن يكـون أقـل زمـن مـن أزمـنة تـشغيل الأوامـر على الآلة الثالثة (أو مركز التـشغيل الـثالث) مـساويا أو أكبر من أكبر أزمنة تشغيل الأوامر على الآلة الثانية .

فإذا توافر أحد الشرطين فى مشكلة التتابع يمكن بسهولة تطبيق طريقة جونـسون علـيها بعـد إجـراء التحويـر فيها لتتلاءم مع الخطوات المعتادة لهذه الطريقة .

أما العلة وراء هذين الشرطين فإنها تكمن وراء هذا التحوير الذى يتعين إجـراؤه قـبل الحـل بطـريقة جونسون، إذ المطلوب أن تجب أحدى الآلات آلة أخرى، ومن ثم يمكن دمجها معا لتصبح عدد الآلات اثنين بدلا من ثلاث وهذا سيتضح أثناء خطوات الحل للمثال التالى :

مثال :

فـى أحـدى الـورش الصناعية تم الاتفاق على تنفيذه ٥ أوامر إنتاجية، وكـل مـنها تحـتاج عملـيات تقطيع وتجميع وطلاء تقوم لكل منها آلة خاصة، وفيما يلى الأزمنة التقديرية لكل أمر فى كل عملية بالدقيقة.

الأوامر الإنتاجية	زمن الآلة الأولى	زمن الآلة الثانية	زمن الآلة الثالثة
أ	١١٥	٨٥	١٥٠
ب	٦٠	١٢٠	٢٠٠
ج	٤٠	٦٠	١٥٠
د	١٥٠	١٠٠	٢٥٠
هـ	٧٠	٨٠	١٢٠

والمطلوب إيجاد التتابع الأمثل لتلك الأوار والذى يعمل على الوصول إلى تقليل متوسط الوقت الذى يقضيه الأمر الإنتاجى فى الوحدة الإنتاجية التى تضم الآلات الثلاث :

الحل : يسير الحل فى الخطوات التالية :

الخطوة الأولى : التأكد أولا من أن المشكلة المطروحة يتوافر فيها على الأقل شرط واحد من الشرطين المحددين لتطبيق طريقة جونسون .

١- أقل زمن تشغيل للأوامر الإنتاجية على الآلة الأولى يبغ ٤٠ دقيقة وهى تخص الأمر الإنتاجى (ج) لا يساوى وليس أكبر من أكبر زمن على الآلة الثانية والذى يبلغ ١٢٠ دقيقة وهو الخاص الإنتاجى (ب)، لذلك يمكن القول بعدم توافر الشرط الأول .

٢- ننتقل إلى الشرط الثانى وستجد أن أقل زمن من أزمنة تشغيل الأوامر على الآلة الثالثة (١٢٠ دقيقة) والمقابل للأمر الإنتاجى (هـ) مساويا لأكبر أزمنة تشغيل الأوامر على الآلة الثانية، أى أن الشرط الثانى متوافر .

وطالما تأكدنا أن أحد الشرطين متوافر يتم تطبيق خطوات طريقة جونسون، ولكن يسبقها خطوة بقصد عمل تحوير معين على المشكلة وهذا هو محتوى الخطوة الثانية .

الخطوة الثانية : يتم تحويل تلك الحالة من ثلاث الآت إلى حالة آلتين فقط ويتم ذلك الآتى :

١- يتم دمج أزمنة التشغيل للآلة الأولى والثانية معها ووضعها فى عمود جديد يمثل الزمن الإجمالى للآلتين الأولى والثانية معا .

٢- يتم أيضا دمج أزمنة التشغيل للآلتين الثانية والثالثة معها ووضعها أيضا فى عمود جديد يمثل الزمن الإجمالى للآلتين والثالثة معا .

٣- يمكن اعتبار العمودين الجديدين بمثابة آلتين فقط ومن ثم يمكن اتباع الخطوات المعتادة لطريقة جونسون للحل .

وبتطبيق محتوى الخطوة الثانية على بيانات المثال ينتج الآتى :

الأوامر الإنتاجية	زمن الآلة الأولى والثانية	زمن الآلة الثانية و الثالثة
أ	٢٠٠	٢٣٥
ب	١٨٠	٣٢٠
ج	١٠٠	٢١٠
د	٢٥٠	٣٥٠
هـ	١٥٠	٢٠٠

الخطوة الثالثة يتم تطبيق خطوات طريقة جونسون على البيانات السابقة كالاتى :

١- يتم اختيار أقل أزمنة العمليات فى الجدول السابق وسنجد أنه (١٠٠) مقابل الأمر الإنتاجى (ج) وعند الآلة(الأولى والثانية)، وحيث أنه فى أول عملية لذلك يتم تخصيص أولا بقدر الإمكان وعلى اليمين أى أن يكون ترتيبه فى التتابع الأول . كما هو موضح بالشكل التالى

٢- يتم تكرار نفس الخطوة أى تحديد اقل أزمنة العمليات بعد استبعاد الأمر (ج) حيث قد تم تحديد ترتيبه فى التتابع ، وسنجد أن أقل زمن بعد ذلك هو ١٥٠ دقيقة والمقابل للأمر (هـ) عند العملية الأولى لذلك يتم تكسينها فى التابع من على اليمين بعد (ج) مباشرة .

٣- سنجد أو أزمنة التشغيل على العملية الأولى (الآلة الأولى والثانية) كل منها أصغر من الأزمنة فى العملية الثانية لذلك لا داعى للتكرار السابق ويتم تحديد التتابع من اليمين بالترتيب وفقا للزمن الأقل للأوامر وتكون النتيجة النهائية كالآتى :

ج	هـ	ب	أ	د

أى أن أنسب تتابع هو جـ ←هـ ←ب ←أ ← د

وحتى يمكن الوقوف على تقدير متوسط الزمن الذى يقضيه كل أمر أنتاجى فى محطات العمل الثلاث معا يمكن الاستعانة بالخريطة التالية :

كفاءة استغلال الآلة الأولى = $\frac{٤٣٥}{٩٧٠} \times ١٠٠$ = ٤٤,٩٪

كفاءة استغلال الآلة الأولى = $\frac{٤٤٥}{٩٧٠} \times ١٠٠$ = ٤٥,٩٪

كفاءة استغلال الآلة الأولى = $\frac{٨٧٠}{٩٧٠} \times ١٠٠$ = ٨٩,٧٪

كفاءة استخدام الآلات الثلاث معا خلال الدورة الواحدة =

$\frac{٤٣٥ + ٤٤٥ + ٨٧٠}{٣ \times ٩٧٠} \times ١٠٠$ = $\frac{١٧٥٠}{٩٧٠} \times ١٠٠$ = ٦٠,١٪

الفصل التاسع

إدارة الجودة

- مقدمة .
- مفهوم الجودة .
- التطوير التاريخى لإدارة الجودة .
- المدخل التقليدى لإدارة الجودة .

  (الفحص — مراقبة الجودة — تأكيد الجودة)
- مدخل إدارة الجودة الشاملة .

الفصل التاسع

إدارة الجودة

مقدمة :

تـواجه المـنظمات فـى العصر الحديث، أو فى الأوقات الحالية بضغوط وتحـديات تتمـثل فـى الـزيادة المستمرة للقوى الداخلية والخارجية المؤثرة على اسـتقرارها وربحيـتها، فالحاجة إلى تحسين الربحية، والإنتاجية والجودة أمور كلـها تـتطلب تغـييرات ديناميكـية فـى جمـيع نواحـى المـنظمة لـضمان البقاء الاقتـصادى لهـا، والـتغيرات التـى نعنيها لا نقصد بها فقط إحداث تعديلات وإدخـال تحـسينات علـى مخـتلف الـبرامج والعملـيات ولكن أهم من ذلك كله تعديل ثقافة العاملين بل وثقافة المنظمة بكاملها .

لقـد أصـبح ينظـر إلى الجـودة الـيوم علـى أنهـا تعنـى الأرباح العالية، والعـيوب الـصفرية Zero Defects، وأصبحت بهذا المعنى وفى هذا الإطار على وظـيفة وعمـل ومـسئولية كـل فـرد فـى المنظمة بصرف النظر عن موقعة وطبيعة عملـه، ولم يعـد ينظـر إلى الجـودة مـن تلك الزاوية الضيقة، على أنها أسلوب اختـبار وفحـص نهائـى، بـل أصـبح ينظـر إلَيها كجـزء ملتحم ومرتبط بكامل الأنشطة الإنتاجية.

أنـنا نعـيش الآن فـترة الـتحديات فـى تاريخنا، وتلك التحديات التى تواجهنا هى اختبار حقيقى لأممنا ولمنظماتها ولكل فرد منا كمدير أو قائد، هذه الـتحديات ظهـرت مـن ثـورة المعلـومات التكنولوجـية، والتـى تغـيير جوهـرى للكيفـية التـى يـؤدى بهـا العمل، إن هؤلاء الذين يدركون أهمية هذه المتغيرات ويكـيفون أنفـسهم لمقابلـتها سيـصحبون هـم القادة فى هذه المرحلة من التاريخ، ومـن ثـم فـإن هؤلاء الذين يتحركون ببطء للتعلم من هذه التحولات، والبطء فى التكيف لمواجهتها سيواجهون صعوبات بالغة .

لقد أصبحت مشكلة تطوير وتحسين جودة الإنتاج تلقى اهتماما ملحوظا ومكثفا منذ بداية هذا العقد فى غالبية دول العالم، استنادا إلى أن تطوير وتحسين جودة المنتج يمثل أهم عنصر من عناصر الاستثمار، ولهذا نجد تطويرا مستمرا فى المداخل الإدارية التى تستهدف إلى الأساليب الإدارية التى تسهم فى تحقيق هذا الهدف واستمرار تدعيمه.

وعلى الرغم من اقتناع معظم دول العالم — النامى منه والمتقدم على السواء — بهذه القضية والانتباه إليها، وتطبيقها على قطاعات الإنتاج والخدمات المختلفة بها، برغم ذلك كله، إلا أننا مازلنا فى مصر نقترب ببطء نحو المفاهيم الحديثة لتطوير وتحسين الجودة — وبصفة خاصة فى قطاع الأعمال العام ووحدات أجهزة القطاع الحكومى، علما بأن ذلك يمثل أهمية خاصة وحيوية بالنسبة لمصر فى المرحلة الحالية والتى ننسج فيها محاولا الانطلاقة الإنتاجية بعد نجاحنا الإصلاح المالى والنقدى ومن ثم فإننا الآن أحوج مانكون إلى الاتجاه نحو الأخذ بالمفاهيم الإدارية الحديثة التى تمكننا من تدعيم مرحلة الإصلاح الاقتصادى والانطلاق نحو العالمية فى جودة منتجاتها السلعية والخدمية .

أن المتتبع لحال المؤسسات المصرية عامة — سواء فى القطاع الصناعى أو الخدمى أو وحدات الجهاز الحكومى — يلحظ وبوضوح أنها توجه العديد من المشاكل المعقدة والتى أصبحت تمثل عائقا نحو تقدمها ونموها، وتجعل منتجاتها وخدماتها بالتالى غير قادة على مواجهة منافسة المنتجات والخدمات الأجنبية سواء فى الأسواق المحلية أو فى الأسواق العالمية .

ولقد كانت النتيجة الطبيعية لتدهور الإنتاجية، وانخفاض جودة منتجات الصناعية المصرية— وبصفة خاصة إنتاجية خاصة قطاع الأعمال العام — تواضع حجم الصادرات المصرية من مختلف نوعيات المنتجات، حتى تلك التى تتميز فيها مصر بميزة نسبية بالمقارنة بالدول الأخرى، وأصبحت الشركات المصرية تسعى إلى حث الحكومة على حمايتها جمركيا أو منع

استيراد المنتجات المماثلة لمنتجاتها، حيث أدركت أنه لا قبل لها بمنافسة تلك المنتجات لتميزها جودة وسعرا عنها، حيث عاشت تلك الصناعات فترة طويلة فى حماية الحكومة فنعمت بانفرادها بالسوق المحلى، وفرضت على المستهلك ما تدفع بها مصانعها، غير عابئة بمدى ملائمة الجودة والسعى لحاجات ورغبات المستهلكين ففى تلك الفترة لم يكن أمام المستهلك إلا تلك المنتجات، وبتلك النوعية من الجودة .

غير أن الحال لم يدم طويلا، إذ اتجهت دول المنطقة العربية وفى مقدمتها مصر نحو التخصيصية، ودخلت تلك الدول فى مجال الصناعات التنافسية ووجدت نفسها فى مواجهة التحديات الدولية التى أوجدتها التكتلات الاقتصادية، واتفاقية التجارة الدولية المعروفة باسم "اتفاقية الجات" والانطلاق نحو العالمية والالتزام بحرية التجارة، والتشديد على مطابقة المنتجات للمواصفات القياسية الدولية لأسواق أوربا الموحدة، ولأسواق الولايات المتحدة الأمريكية، والتكتلات الاقتصادية العالمية الأخرى، بالإضافة إلى الاتجاه القوى فى دول المنطقة العربية نحو رفيع قيود الاستيراد لتحرير التجارة الخارجية، وتفعيل آليات السوق، وما ينعكس أثره على حتمية مواجهة المنتجات والخدمية العربية لمنافسة قوية حتى داخل أسواقها المحلية والأقليمية

إضافة إلى ما تقدم، ظهور الاتجاه العالمى نحو التطوير المستمر لجودة الإنتاج وفقا لأسس اقتصادية وعلمية متطورة بهدف تقليل العيوب وتحقيق السعر التنافسى، بل أن هذا الاتجاه قد تجسد عمليا وواقعيا فى إطار أساليب إدارية تتعلق بتطوير وتحسين جودة المنتجات .

أن المؤسسات العربية على اختلاف أنشطتها أصبحت الآن أحوج ما تكوين إلى الارتقاء بالإنتاجية وتحسين الجودة، لمواجهة مختلف صور التحديات التى أفرزها التطوير المحلى والعالمى الجديد، وهذا يدعونا إلى محاولة التفكير فى تحديث الأساليب الإدارية التى تأخذ بها مؤسساتنا العربية — الإنتاجية منها والخدمية على حد سواء، لتأخذ بالمستحدث منها — والذى

ثبت فاعليته — للارتقاء بأداء المنظمات، وانعكاسا لهذا كله فقد أصبح موضوع الجودة والرقابة عليها بمثابة القاسم المشترك فى كافة الكتابات الاقتصادية والإدارية والهندسية خلال سنوات العقد الأخير من هذا القرن، وذلك فى كتابة أنحاء العالم — النامى منه والمتقدم ولم نعد نجد مرجعا علميا أو تطبيقيا فى هذه المجالات لا يتناول بالتحليل قضية الجودة، إن هذا الاهتمام بموضوع جودة الإنتاج كان نتيجة منطقية بعد أن تنبهت إلى أهميته كافة المؤسسات والشركات والأجهزة الحكومية والمهتمين بتطوير الأساليب الإدارية كمدخل أساسى لمواجهة للتحديات الداخلية والخارجية والتى بدأت فى مواجهة هذه المنظمات، ولذلك فليس بمستغرب أن نجد الآن الخطوات السريعة والمتلاحقة فى الدراسات والكتابات نحو تطوير مفاهيم جديدة، وفلسفات جديدة تتعرض لموضوع الجودة من أجل تطوير الأساليب التقليدية للجودة ومراقبتها للتماشى مع طبيعة التحديات الجديدة وحجمها، وتقلل وطأتها، حيث لم تعد المفاهيم التقليدية كافية لمتطلبات الواقع الجديد .

ولقد أخذ مفهوم الجودة للسلعة أو الخدمة الأولوية فى اهتمام نحو تحسين الإنتاجية بعد أن تبين العامل الرئيسى فى نحاج المنتجات اليابانية — خاصة فى أسواق الصناعات الإليكترونية وصناعة السيارات، خاصة بعد أن تيقنوا أن الجودة العالية لا تعنى سعر مرتفع، بل على العكس اتضح أن معظم التحسينات فى الجودة قد أدت إلى تخفيض التكلفة، فلقد تمكنت اليابان — وهى أول من لفت النظر إلى تطبيق مداخل جديدة فى إدارة الجودة — من أن تحقق إنجازات على المستوى العالمى ما كان من الممكن بلوغها بالأساليب التقليدية : فعلى سبيل المثال كانت اليابان تحتل الترتيب الخامس بين أكبر سبعة دول اقتصادية فى العالم — وذلك عام ١٩٦٠ — بالنسبة لعنصر الدخل القومى الإجمالى (الترتيب الأول كان للولايات المتحدة الأمريكية ٥١٣,٣٨ بليون دولار فى حين لم تتعد اليابان ٤,٤٧ بليون دولار) قفزت اليابان إلى الترتيب الثانى عام ١٩٩٠ (الترتيب الأول للولايات المتحدة الأمريكية ٥١٢٣ بليون

دولار أما اليابان فوصلت إلى ٢٩٤٢,٩٣ بليون دولار) محققة بذلك أعلى معدل نمو فى العالم لعنصر الدخل القومى الإجمالى حيث بلغ معدل النمو فى الدخل القومى الإجمالى لليابان بين عامى ١٩٦٠ — ١٩٩٠ ما مقداره ٦٦١٧٪ فى حين لم يتعد هذا المعدل فى الولايات المتحدة الأمريكية عن ٩٩٩٪ عن الفترة نفسها، وأصبح متوسط نصيب الفرد من الناتج القومى الإجمالى باليابان ٢٣٣٠٥ دولار لا يسبقها فى ذلك سوى سويسرا والتى بلغ ذلك المتوسط ٢٦٣٥٠ دولار .

ونتيجة لما حققته اليابان — ودول أخرى تبتعها فى هذا المجال، وما أدى إليه ذلك من وطأة المنافسة جعل المؤسسات والشركات والدول تتساءل هل نحن بعيدين كثيرا عن أن نلحق بالمنافسة؟ هل هناك حاجة لأن نبذل المزيد لمواجهة هذه التحديات؟ هل نستطيع أن نضيق الفجوة بيننا بدلا من اتساعها؟ وإذا كان ذلك ممكنا فما هى التحسينات التى يتعين أن نأخذ بها ونطبقها ليس فقط لنؤكد بقاءنا فى الصناعة، ولكن لدفع النمو والتطور لنلحق بهذا الركب؟ وهذه هى نوعية التحديات التى تواجه الحكومات والإدارات العليا فى منظماتها، ولقد بدأت فعلا الإمكانيات من أجل البقاء، وأصبح البحث عهن وسائل وأساليب أفضل لتحسين الجودة والإنتاجية، بعد أن تعرفت الكثير الشركات والمنظمات على طبيعة المشكلة.

لقد بات واضحا ضرورة تغيير نمط الإدارة style of management وتغيير ثقافة المنظمات the culture of organizations من أجل وقف أسباب التدهور وتحويله إلى عوامل تقدم ونجاح.

مفهوم الجودة :

لقد تعددت وتباينت التعريفات التى أوردها الكتاب والمهتمين بموضوع الجودة، فى وضع تعريف محدد لمعنى ومضمون الجودة وأبعادها المختلفة، ومن الصعب أن نجد تعريفا بسيطا يصفها ويعرفها تعريفا شاملا قاطعا بسبب تعدد

جوانبها، وسيظهر ذلك بوضوح من خلال مجموعة التعريفات التى سنوردها فى هذا الجزء .

يرى أحد الكتاب أن تعبير الجودة يشير إلى قدرة الإدارة هى الإنتاج سلعة أو تقديم خدمة تكون قادرة على الوفاء بحاجات المستهلكين والعملاء ويتفق معه فى هذا التعريف - إلى حد كبير - ما ذكره كاتب أخرى فى تعريفه للجودة بأنها القدرة على تحقيق رغبات المستهلك بالشكل الذى يتطابق مع توقعاته ويحقق رضاءه التام عن السلعة أو الخدمة التى تقدم إليه .

كذلك يرى آخرون أن الجودة هى صفة المنتج characteristic مثل حجمه، شكله، أو تكوينه، وتحديدا هى الصفة التى تحدد قيمة المنتج فى السوق، وإلى أى مدى من الكفاءة سيؤدى ذلك المنتج الوظيفة والمهمة التى صمم من أجلها .

وفى تعريف أخر أورده جليمور، يماثل إلى حد كبير ما ورد فى التعريف السابق، إذ يرى أن الجودة هى درجة مطابقة منتج معين لتصميمه أو مواصفاته، فى حين يرى كاتب أخر أن الجودة تعنى أكثر من مجرد عمل منتج جيد Quality is more than making a good product .

وفى إيجاز شديد عرف جوران الجودة بأنها الملاءمة للاستخدام quality is fitness for use وقد قامت الجمعية الأمريكية لمراقبة الجودة بوضع تعريف للجودة مؤداه أن الجودة هى السمات والخصائص الكلية للسلعة أو الخدمية التى تطابق قدرتها الوفاء بالمطلوب أو الحاجات الضمنية .

ومن خلال استعراض التعاريف السابقة - وغيرها الكثير - نلاحظ أن هناك اختلافا واضحا وكبيرا فى تعريف الجودة، ولذلك نجد أن أحد المهتمين والمسئولين عن جودة المنتج، وهو ديفيد جارفين David garvin ، يرى أن تعريفات الجودة يمكن حصرها جميعا وتقسيمها إلى عدة نوعيات، فبعض الكتاب يعتمد فى تعريفها على أساس المستخدم user - based، أن أنهم يرون أن الجودة ترقد فى عين المشاهد، ويميل إلى الأخذ بهذا المدخل رجال التسويق

حيث يرون أن الجودة العالية تعنى أداء أفضل، أو رجال الإنتاج فإن الجودة من وجهة نظرهم تقوم على أساس التصنيع manicuring - based حيث يرون أن الجودة تعنى المطابقة للمعايير والمواصفات، وأن يتم إنتاج المنتج بطريقة صحيحة من أول مرة، أما وجهة النظر الثالثة والمبنية على أساس المنتج product-based فإنها تنظر إلى الجدة على أنها المتغير الخاضع للقياس الدقيق، ونظرا لهذه الاختلافات فإن أصحاب وجهة النظر هذه يرون أنه يتغين على المستوى المعين لهذه الجودة، بمعنى أنه يتعين على الشركة أن تضع تصميم الجودة بالشكل الذى يجعل الفرق الموجب بين القيمة والتكلفة عند حده الأقصى .

مدخل إدارة الجودة الشاملة total quality management

الحاجة إلى مدخل جديد لإدارة الجودة the need for a new approach يرى أحد الكتاب أننا ندخل مرحلة التحديات فى تاريخنا، وأن التحديات التى تواجهان ستختبر وتنظيماتنا، وكل منا بصفته مديرا أو قائدا، هذه التحديات ظهرت من ثورة تكنولوجيا المعلومات التى تتمثل تغييرات جوهرية ودائمة لكيفية إنجاز أعمالنا، وكذلك فإن اضطراب العالم الذى نعيش فيه اليوم، والضغوط للتغير التى تواجه الصناعة، والتقدم التكنولوجى، والتغيرات السكانية، وإنشاء التكتلات الاقتصادية كلها أمور كانت سببا كافيا للمديرين فى قطاعاتنا الإنتاجية على المستوى العالمى أن يفكروا وبعمق فى الحاجة لمدخل جديد، وأصبح المطلوب السير بخطى سريعة وواثقة، وبذل كثير من الجهود لمواجهة هذه التحديات إلى المدخل التقليدى لإدارة الجودة بمرحلة المختلفة أصبح غير قادر بسماته وخصائصه على الوقوف أمام تلك التحديات ومن هنا ظهر فكر فلسفى جديد أطلق عليه إدارة الجودة الشاملة يقوم على الإيمان بأن الجودة العالية للمنتج أو الخدمية وما يرتبط بها من رضاء المستهلك

يمثل مفتاح النجاح لأى منظمة، حيث أن طبيعة المنافسة العالمية الواسعة والشاملة تتطلب بصفة عامة من أى منظمة أربعة خصائص هى :

- فهم ماذا يريد المستهلك، وإشباع احتياجاته وقت طلبها وبأقل تكلفة.
- الإمداد بالسلع والخدمات بجودة عالية وبشكل ثابت ومستقر .
- مجاراة التغيير فى النواحى التنولوجية والسياسية والاجتماعية .
- توقع احتياجات المستهلك هى الفترات الزمنية للمستقبل .

وفى هذا الخصوص يذكر ديمنج Deming بأنه على الرغم من أن البقاء ليس إجباريا، ولكنك لا يمكنك أن تفعل غير الصمود والبقاء، فالحقيقة أن أى منظمة تتلكأ وتتخلف عن وضع أى عنصر من الخصائص السابقة نصب عينيها وتحصر على تحقيقيها فسوف يتعذر عليها ملاحظة المنافسين والاستمرار فى السوق .

تعريف إدارة الجودة الشاملة Rom defined

على الرغم من وجود محاولات عديدة لتعريف إدارة الجودة الشاملة وتوصيف أساسياتها ومبادئها الرئيسية، ومع ذلك فلا نجد هناك تعريفا عالميا موحدا مقبولا لها حتى الآن، ولذلك تعددت التعريفات التى وضعت لإدارة الجودة الشاملة، كل منها يتناول إبراز سمة معينة أو خاصية معينة لها، وبصرف النظر عن اختلافات التى أظهرتها تلك المحاولات، إلا أن هناك بعض التعريفات قد ظهرت وبزغت وفرضت نفسها على الفكر الإدارى لما تتصف به من موضوعية وشمول نسبى فى تناولها، وفى هذا الجزء سنبستعرض أهم تلك التعريفات للوقوف منها على إدارة الجودة الشاملة كمدخل حيث فى مسيرة تطور إدارة لجودة .

يعرف أحد الكتاب إدارة الجودة الشاملة بأنها "خلق ثقافة متميزة فى الأداء، حيث يعمل ويكافح المديرون والموظفون بشكل مستمر ودؤوب لتحقيق

تـوقعات المستهلك، وأداء العمل الصحيح بشكل صحيح منذ البداية مع تحقيق الجودة بشكل أفضل وبفاعلية عالية، وفى أقصر وقت .

وفـى تعـريف أخـر فـإن إدارة الجـودة الـشاملة هـى تحول جذرى فى الممارسات الإدارية التقليدية لمختلف أوجه المنظمة.

ويعـرفها أودجـرز odgers بأنهـا أكثر من وجود عمليات الإدارة، أنها ثقافـة، طـريقة حـياة، مـن خلالهـا وعـن طـريقها تهدف المنظمات إلى أحداث تغـييرات أساسـية فى طريقة كل الأفراد، كل المديرين، كل الموظفين فى الأداء والتصرف السليم فى المنظمة.

وفـى تعـريف أشمـل ذكـره أرثر Arther يرى أن إدارة الجودة الشاملة هى ثورة ثقافية فى الطريقة التى تعمل وتفكر بها الإدارة حول تحسين الجودة، مـدخل يعـبر عـن مزيد من الإحساس المشترك فى ممارسات الإدارة والتى تؤكد علـى الاتـصالات فى الاتجاهين وأهمية المقاييس الإحصائية، أنها تغيير مستمر من إدارة تنظر إلى النتائج تنفهم وتدير العمليات بشكل يحقق النتائج، أنها نتاج ممارسـة الإدارة والطرق التحليلية، التى تدعو إلى عملية التحسين المستمر والتى بدورها تقود إلى تخفيض التكلفة .

ولقـد عـرف معهـد الجودة الفيدرالى إدارة الجودة الشاملة بأنهـا "القيام بالعمـل الصحيح بشكل صحيح ومن أول مرة، مع الاعتماد على تقييم المستهلك فى معرفة تحسين الأداء .

ووضـعت إدارة الـدفاع للولايات المتحدة الأمريكية تعريفا لإدارة الجودة الـشاملة مـؤداه "إدارة الجـودة الـشاملة تمثل فلسفة ومجموعة مبادئ إرشادية، والتـي تعتـبر بمـثابة دعـائم التحـسين المـستمر للمنظمة، هى تطبيق للأساليب الكمـية، وأسـاليب المـوارد البـشرية، لتحـسين الخامـات والخـدمات المـوردة للمـنظمة، وكـل العملـيات داخـل المنظمة، ودرجة الوفاء باحتياجات المستهلك حالات وفى المستقبل .

كـذلك يعـرفها أحـد الكـتاب المشهورين فى مجال الجودة بقوله "إدارة الجودة الشاملة هى شكل تعاونى لأداء الأعمال بتحريك المواهب والقدرات لكل مـن العـاملين والإدارة لتحـسين الإنتاجية والجودة بشكل مستمر مستخدمة فرق العمـل، وهـو يـرى أن التعـريف الـذى ذكره يتضمن المقومات الأساسية الثلاثة لإدارة الجودة الشاملة لنجاحه فى أى منظمة وهى :

- إدارة تشاركيه participative management
- لتحسين المستمر فى العمليات .
- استخدام فرق العمل .

ويتـضح مـن التعـريفات الـسابقة – علـى الرغم من عدم اتفاقها جميعا على منطوق واحد – أن إدارة الجودة الشاملة خطوة متقدمة على طريق تحسين الجـودة والإنتاجـية، وان لهـا مـن الخـصائص والـسمات مـا يميـزها عن إدارة الجـودة التقلـيدية، فلقـد اتـسع مـضمونها ونطـاق شمولها والفلسفة التى ترتكز علـيها، مما جعلها تنفرد بسمات متميزة عما سبقها من مداخل للجودة، وأنـها امـتدت لتغطـى كـل العملـيات خـلال الـمنظمة، مـستهدفة مقابلـة احتـياجات المستهلك فى الوقت الحاضر و المستقبل، وأنها تضم كل فرد داخل المنظمة فى مـنظمة طـويلة الأجـل تـسعى لتطويـر العملـيات التـى تعمـل علـى التوجـيه بالمستهلك، فى مرونة واستجابة سريعة، وتحسين مستقر وثابت فى الجودة .

المفاهيم الأساسية إدارة الجودة الشاملة :

Core concepts of total quality management

ترتكـز فلسفة إدارة الجودة الشاملة على العديد من المفاهيم التى تشكل إطارها ومفهومها وفلسفتها، أهم تلك المفاهيم نستعرضها بإيجاز فيما يلى :

١- الجـودة من أجل الربح، فمازال هناك اهتمام كبير لتحسين موقف الربحية من خلال تحسينات الجودة للسلع والخدمات .

٢- أداء العمـل بطـريقة صـحيحة مـن أول مـرة، ويمـثل هـذا المفهـوم المرتكـز الرئيسى لإدارة الجودة الشاملة، وهذا يؤدى إلى تحقيق أدنى حد ممكن من

العيوب ومن ثم الوصول إلى هدف العيوب الصفرية، وفى هذا المعنى يذكر كروسبى أن هدف إدارة الجودة هو وضع نظام يمنه العيوب طمن الحدث فى دورة أداء الشركة .

٣- تكلفة الجودة cost of quality ووفقا لمنطق إدارة الجودة الشاملة فإن تكلفة الجودة هى بشكل مختصر جميع تكاليف الأعمال المتعلقة بتحقيق جودة السلع أو الخدمة، ومعنى ذلك أنها تتضمن تكاليف الوقاية، تكاليف التقييم، تكاليف الفشل الخارجى، تكلفة الزيادة عن احتياجات المستهلك، وأخيرا تكلفة الفرص الضائعة .

٤- التمييز التنافسى competitive Benchmarking ونعنى بهذا المفهوم محاولات الإدارة المستمرة التى تساعدها على تقوية مركزها التنافسى، وأن تستخدم مختلف المعلومات طفى تصميم خطة عملية لتحقيق شهرة واسعة فى السوق، ولا يأتى ذلك إلا من خلال الأفكار الجديدة التى تضيف إلى منتجاتها تميزا فى مختلف الوجوه .

٥- مشاركة جميع الأفراد everyone is involved فى الحقيقة كل فرد مشترك فى توليد الأخطاء والعيوب، ولهذا فإن مدخل إدارة الجودة الشاملة يؤكد على ضرورة مشاركة الجميع بدءا مَن المديرين ومرورا برؤساء الأقسام ووصولا إلى العاملين حتى الذين يعملون فى تقديم الخدمات والمأكولات canteen فكل فرد فى الشركة مسئول عن جودة المنتج .

٦- التعاون فى فريق العمل synertgy nteam work اليابانيوم يؤمنون إيمانا راسخا فى التعاون، فليس هناك اختلاف فى الوضع بين المهندسين ذوى المعرفة النظرية والعاملين ذوى المعرفة التطبيقية، فكلا النوعين من المعرفة أساسى للتقدم والتطوير، ولذلك يتعين أن يدرك العاملين من كل فئة معرفية أنهم يعتقدون على بعضهم لفاعلية الإدارة، فالمهندسين، والفنيين، والعمال، ينظرون إلى أنفسهم نظرة تكافؤية ومتعادلة ويعملون جنبا إلى

جـنب، وهـذا مـا أطلـق عليه الكاتب اليابانى "أوكيودا" okuda المشاركة التعاونية synergetic partnership

٧- الملكـية وعناصـر الإدارة الذاتـية ownership and elements of management ويقـصد بـذلك أنـه إذا كان من غير الممكن لمعظم الأفراد أن تكون لها ملكية تجاريـة فـى المـنظمة التـى يعملون فيها، فإنه يمكن على الأقل أن يتمتعوا بالملكـية النفـسية فـى العمل psychological ownership وبرامج الجودة الـشاملة أوجـدت مـبدأ أن لأفـراد يـريدون أن يمتلكوا المشاكل، ولذلك فإن مـشاركتهم فـى تجمـيع البـيانات، ومراحل حل المشكلة، واقتراح الحلول يشعرهم بالملكية وينمى مفهوم الإدارة الذاتية .

٨- عملـية تـسليم الجـودة the quality delivery process أن إدارة الجـودة الشاملة ليست مهتمه فقط بجودة السلعة أو الخدمية فى مرحلها النهائية، بـل أنهـا تـتطب نظـم جديدة، وهو ما يطلق عليه عملية تسليم الجودة إلى الـتأكد أن كل شخص يعمل فى تلك الأنشطة التى تمثل أكثر أهمية لنجاح الأعمـال قـام بإنهـاء مهامـا مجمـوعة العمـل، وتحسين جودة العمل المسلم (مخرجات) للمستهلكين — المستهلكين الداخلين — وهم الأشخاص التاليين فـى خـط تنفيذ الأعمال، كذلك العمل على تخفيض الفاقد العمل حيث أن الأفراد لا يؤدون العمل بطريقة صحيحة من أول مرة.

الفوائد المتولدة عن التطبيق الناجح لإدارة الجودة الشاملة :

هـناك العديد من الشركات العالمية قد أثبتت تميزا واضحا فى نتائجها مـن خـلال تطبـيقها لمفهـوم إدارة الجـودة الشاملة، وحققت نتائج مشجعه فى هـذالا المجـال، يمكـن الـرجوع فـى هـذا الصدد إلى تجارب تلك الشركات وما حققته علـى أرض الواقـع، وبـصفة خاصـة شـركة زيـروكس Xerox، وشركة الخطـوط الجـوية الـبريطانية brutish airways وشـركة IBM، وشـركة بـول ريفـير للـتأمين Paul Rever Insurance والـبريد الملكى Royal Mail ولقد تم رصد أهم الفوائد المحققة من تجارب تلك الشركات والتى تتلخص فى :

١- انخفاض شكاوى المستهلكين والعملاء من جودة السلعة الخدمة المقدمة إليهم.

٢- تخفيض تكاليف الجودة .

٣- زيادة نصيب السوق وتخفيض التكاليف .

٤- تخفيض شكاوى العاملين وانخفاض نسب الحوادث الصناعية .

٥- تخفيض عيوب الإنتاج والجودة وزيادة رضاء العملاء.

٦- زيادة الفاعلية، تخفيض المخزون، تخفض الأخطاء، تخفيض تأخير التسليم .

٧- زيادة الأرباح وزيادة الإنتاجية .

٨- زيادة المبيعات وتخفيض التكاليف وخفض زمن دورة الإنتاج .

٩- تحسين الاتصال والتعاون بين وحدات المنظمة .

١٠-تحسين العلاقات الإنسانية ورفع الروح المعنوية .

١١-زيادة الابتكارات والتحسين المستمر .

١٢-زيادة العائد على الاستثمار .

أن هذه الفوائد وهى على سبيل المثال – وهى واقعية وليست مستهدفة – تؤكد مدى أهمية مدخل إدارة الجودة الشاملة فى تحسين الإنتاجية والجودة وتدعيم المركز التنافسى للشركة .

علاقة إدارة الجودة الشاملة بمعايير إدارة الجودة :

يعتبر العامل الأساسى لتقييم أداء أى منشأة هو جودة منتجاتها، والاتجاه العالمى حاليا هو استطلاع توقع المستهلك من زاوية الجودة، ويصاحب ذلك الاتجاه التيقن من أن التحسين المستمر للجودة لأزمة أساسية للتوصل والحفاظ على الأداء الاقتصادى، ولذلك ظهرت لدينا على المستوى العالمى مقاييس الجودة والنظم الخاصة بها، وأطلق عليها سلسلة الأيزو ٩٠٠٠،

وتتضمن التأكيد على العمليات الرسمية، ومتطلبات العمل لتوجيه وإرشاد العمال .

ولقد حدث خلط بين مفهوم إدارة الجودة الشاملة ومقياس إدارة الجودة الأيزو ٩٠٠٠ واعتقد البعض أنهما يعنيان نفس الشئ بل أننا نسمع فى بعض الأحيان من يتحدث عن الأيزو ٩٠٠٠ كأنه يصف ويقصد به إدارة الجودة الشاملة على الرغم من تباعد المسافة بينهما، والجدول التالى يوضح سمات وخصائص كلا المفهومين :

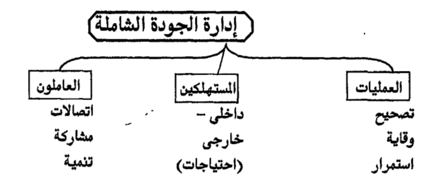
سمات وخصائص إدارة الجودة الشاملة والأيزو ٩٠٠٠

إدارة الجودة الشاملة	الأيزو ٩٠٠٠
➤ التركيز المطلق على المستهلك . ➤ ترتبط باستراتيجية الشركة . ➤ تهتم بالتركيز على الفلسفة والمفاهيم، والأدوات، والأساليب. ➤ التأكيد على مشاركة وحماس العاملين . ➤ تحسين مستمر، وتعميق لمفهوم الجودة الكلية، وعملية لا تنتهى. ➤ تعنى بالمنظمة ككل بجميع إداراتها ووظائفها ومستوياتها . ➤ كل فرد مسئول عن الجودة. ➤ تتضمن وتشتمل على تغيير الثقافة والعمليات .	➤ ليس من الضرورى التركيز على المستهلك .. ➤ لا ترتبط باستراتيجية موحدة. ➤ تهتم بالتركيز على النظام الفنية ونظم الإجراءات . ➤ مشاركة العاملين ليس ضروريا. ➤ لا يلزم التركيز على التحسين المستمر لأنها مجرد قرار. ➤ يمكن أن يكون التركيز جزئيا . ➤ قسم الجودة هو المسئول عن الجودة . ➤ من الأنسب كثيرا الاحتفاظ ➤ بالأوضاع على ما هى عليه .

المصدر : إعداد الكاتب من ما ورد عن المفهومين يرجع إلى :

Pike, J.& Barnes . T. TOM in action – A practical Approach to continuous performance improvement chapman & Hall , London 200, pp. 23- 28 .

ويمكن من خلال تفحص الخصائص والسمات ومواضع التركيز إلى تهم نظام إدارة الجودة الشاملة، ونظام الأيزو ٩٠٠٠، أن نقف على حقيقة أن إدارة الجودة الشاملة تضم فى جوانبها نظام الأيزو ٩٠٠٠، فالشركات يمكنها أن تحصل على شهادة الأيزو دون أن تكون قد استكملت تطبيق إدارة الجودة الشاملة، فمحور اهتمام الأيزو قد لا يكون بالتركيز على تحديد وإشباع حاجات المستهلك، ولا العمل على مشاركة وحماس العاملين فى إدخال تحسينات مستمرة، فى حين أن إدارة الجودة الشاملة لابد وأن تكون تلك الأمور من أساسيات بنائها، وهذا ما يوضحه الشكل التالى وهو ما يطلق عليه نموذج الأرجل الثلاثة لإدارة الجودة الشاملة three - legged stool.



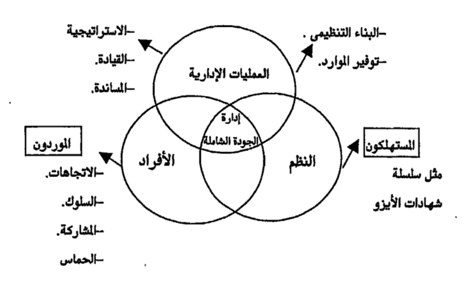
نموذج الأرجل الثلاثة لإدارة الجودة الشاملة

المصدر :

Crosby, p.B. Le's talk quality; 96 Questions you always wanted to ask phil crock, McGrzw new your 2001 – p.79

ويتضح من الشكل السابق أن مدخل إدارة الجودة الشاملة يعتمد على القيادة الإدارية لخلق السمات والخصائص المناسبة لثقافة الجودة الشاملة، فالإدارة فى حاجة إلى ضمان أن الهياكل المناسبة قد تم إعدادها لعمل التحسينات المطلوبة، وأنهم فى حاجة إلى التزود بالموارد الضرورية ليأخذ

التحسين مكانه عند التنفيذ بالإضافة إلى ذلك فإن الاهتمام مركز على العملية الإدارية بأبعادها، والأفراد العاملون وما يتعلق بهم وبسلوكهم، والشكل التالى يصور التكامل بين العناصر المختلفة التى تشكل مدخل إدارة الجودة الشاملة للوقوف منها على العلاقة بين وبين الأيزو ٩٠٠٠.



العلاقة بين إدارة الجودة الشاملة ونظام الأيزو ٩٠٠٠

المصدر :

Pike , J.& Barnes op, p.28

ويتضح من الشكل السابق أن نظام الأيزو ٩٠٠٠ يمثل جزءا من مكونات واهتمامات إدارة الجودة الشاملة، ولا يمكن الإدعاء أنهما نظامان مترادفان ومتطابقان، فهناك شركات استطاعت أن تحص على أحدى شهادات الأيزو ولكنها لم تبدأ بعد رحلتها إلى الجودة الشاملة، وعلى ذلك يمكن القول أن سلسلة شهادات الأيزو تمثل أحدى متطلبات الجودة الشاملة، وهى خطوة على الطريق ولكن لا يمكن الإدعاء أن إدارة الجودة الشاملة هى مجرد الحصول على سلسلة تلك الشهادات، إذ يمكن لشركة أن يكون لديها إدارة جودة شاملة بدون أن تحصل على شهادات الأيزو، والعكس صحيح إذ يمكن للشركة أن تحصل على شهادة الأيزو بدون استخدامها مدخل إدارة الجودة الشاملة ولذلك فإن الاختيار يكون متاحا أمام الشركة، إذ يمكنها أن تحصل على شهادة الأيزو

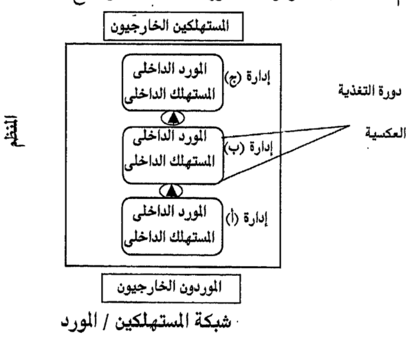
أو عندما يتبعها تطبيق مدخل إدارة الجودة الشاملة ، أو العكس وبعض الشركات تحاول أن تسعى إلى تحقيق الاثنين معا وفى نفس الوقت .

مبادئ إدارة الجودة الشاملة principle pf TQM

فى هذا الجزء سنركز انتباهنا على السمات أو الخصائص الإيجابية التى تسمح بتطبيق إدارة الجودة الشاملة على المنظمة بنجاح وفاعلية ، ويطلق على هذه السمات أو الخصائص مبادئ إدارة الجودة الشاملة ، أو قد يطلق عليها المبادئ الستة لإدارة الجودة الشاملة the six principles وهى :

١- التركيز على المستهلك A customer focus

والمقصود بالمستهلك هناك ليس فقط المستهلكين الخارجين للمنظمة والتى يكرس كافة العاملين وقتهم وجهدهم من أجل تحفيزهم لشراء منتجاتها سواء كانت فى صورة سلعة أو خدمة ، ولكن لفظ المستهلك هنا يمتد ليشتمل أيضا المستهلكين الداخليين وهم الوحدات التنظيمية داخل المنظمة سواء كانوا أقساما أو الإدارات أو أفراد ، فالإدارات والأقسام داخل المنظمة ينظر إليها على أنها مورد ومستهلك فى نفس الوقت ، فالقسم الذى يؤدى مهمة ما هو مستهلك للقسم الذى يسبقه ، وهو أيضا مورد الذى يليه ، ويتضح ذلك من الشكل التالى :



شبكة المستهلكين / المورد

المصدر :

Dalae B.& copper C., total quality and human resource : An Executive fuide , Blackwell publishers, UK 2003 p.44

ومن الشكل السابق يتضح أن أى شخص (أو وحدة تنظيمية) تقوم بأداء مهمة له فهو مستهلك، وبالمثل أى شخص فى المنظمة يؤدى مهمة لغيرة فهو مورد وغير مستهلك، وبذلك فإن كلمة المستهلك هنا أوسع وأشمل من معناها الدارج، فالمستهلك قد يكون داخليا (داخل المنظمة) وقد يكون خارجيا (خارج المنظمة) وإدارة الجودة الشاملة تهدف إلى الأداء الصحيح الذى يخدم المستهلك بنوعية الداخلى والخارجي، وعلى ذلك فإن تحمل مسئولية الجودة من أى فرد فى التنظيم هو من أساسيات مدخل إدارة الجودة الشاملة .

٢- التركيز على العمليات مثلما يتم التركيز على النتائج :

A focus on the process as well as the result

إذا اعتبرنا أنفسنا مستهلكين للسلع والخدمات سواء كنا داخل المنظمة أو خارجها (مستهلك داخلى أو خارجى) فإننا عندما نتسلم منتج لا يقابل توقعاتنا (سواء بالزيادة أو النقصان)، فعادة نذهب ونتعامل مع منافس أخر له إذا توقعنا نتائج أفضل، وفى مفهوم إدارة الجودة الشاملة نستخدم هذه النتائج المعيبة كرمز أو كمؤثر لعدم الجودة فى العمليات ذاتها، وعلى ذلك يجب إيجاد حلول مستمرة للمشاكل التى تعترض سبيل تحسين المنتجات والخدمات، وعلى ذلك فلابد أن يكون للعمليات نصيب كبير من التركيز والاهتمام ولا يكون التركيز فقط على النتائج المحققة .

٣- الوقاية من الأخطاء قبل وقوعها prevention versus inspection

طالما طبقنا المبدأ الثانى وهو التركيز على العمليات مثلما يتم التركيز على النتائج، فإن تطبيق هذا المبدأ يكون قد تحقق فعلا، حيث أن التركيز على العمليات يمكننا من الوقاية من الأخطاء بل وقوعها والعمل بهذا المبدأ يتطلب استخدام معايير مقبولة لقياس جودة المنتجات والخدمات أثناء عملية الإنتاج، بدلا من استخدام مثل تلك المعايير بعد وقوع الأخطاء وبعد تبديد الموارد.

٤- شحن وتعبئة خبرات القوى العاملة

Mobilizing expertise of the workforce

تقوم المفاهيم الإدارية التقليدية على افتراض أن الأفراد العاملين لا عقول لهم mindless ولا يهمهم سوى الحصول على الأجر، ولكن فى ظل مفهوم إدارة الجودة الشاملة يعتبر التعويض المالى هو أحد الطرق التى يتم بها تعويض العاملين عن جهودهم، ولقد أوضحت الدراسات أن الأفراد يتم تعيينهم واستمرارهم فى المنظمة لعدة أسباب، ولا يمثل الأجر سوى سبب واحد منها، فالأفراد يحبون أن يشعروا بالثناء والامتنان مقابل جهودهم، وهذا ما يؤيده مدخل إدارة الجودة الشاملة والذى تحرص على إشعارهم به، ومن ناحية أخرى فإن العاملين لديهم معلومات هائلة وفرصا واسعة يمكن من خلالها ويحسن استخدامها تطوير العمل وزيادة الأرباح، وتخفيض التكاليف.

٥- اتخاذ القرارات المرتكز على الحقائق

Fact –based decision making

تتيح إدارة الجودة الشاملة للمنظمة أن تتبنى مفهوم مؤسسى لحل المشكلات من خلال ما يطلق عليه فرص التحسين opportunities improve يشترك فى تنفيذه كافة العاملين على اختلاف مستوياتهم، بالإضافة إلى إشراك المستهلكين من خلال التفهم الكامل للعمل ومشكلاته وكافة المعلومات التى تمثل الأساسى فى اتخاذ القرارات، وهذا يتطلب الاعتماد على وجود جهاز كفأ لنظم المعلومات بالمنظمة.

٦- التغذية العكسية feedback

هذا المبدأ السادس والأخير من مبادئ إدارة الجودة الشاملة يسمح للمبادئ الخمسة السابقة أن تحقق النتائج المطلوبة منها، وفى هذا المجال تلعب الاتصالات الدور الرئيسى لأى منتج، ومن ثم فإن النجاح فى الحصول على التغذية العكسية والأمينة والتى تحقق فى الوقت الملائم تعتبر من العوامل الأساسية التى تسهم فى تمهيد وزيادة فرص النجاح والإبداع .

متطلبات تطبيق إدارة الجودة الشاملة :

هناك عدة متطلبات يجب توافرها لكى يمكن تطبيق إدارة الجودة الشاملة بنجاح – وهذه المتطلبات أوردها معهد إدارة الجودة الشاملة الفيدالى federal TQM وهذه المتطلبات هى :

١– دعم وتأييد الإدارة العليا لبرنامج إدارة الجودة الشاملة .

٢– التوجيه بالمستهلك a customer ruination

٣– تسجيل أهداف الجودة والإنتاجية وخطة التحسين السنوية .

٤– قياس الأداء للإنتاجية والجودة.

٥– استخدام خطة التحسين ونظام القياس فى محاسبة المديرين والعاملين.

٦– مشاركة العاملين الجهود المبذولة لتحسين الإنتاجية والجودة.

٧– مراجعة الإنتاجية والجودة المحققة.

٨– التدريب على تحسين الإنتاجية.

٩– إعادة تدريب العاملين وفقا لجهود التحسين.

١٠– إزالة الحواجز من أمام جهود تحسين الجودة والإنتاجية

أما عن العناصر اللازمة لنجاح جهود عملية تحسين الجودة من خلال دارة الجودة الشاملة فإنها تشتمل على العناصر التالية :

١– القيادة المفتحة.

٢– بناء الوعى.

٣– فتح خطوط الاتصال واستمراريتها.

٤– العمل على خلق ثبات الهدف .

٥– التركيز على المستهلك .

٦– اختيار الجهود المبكرة فى المجالات المتاحة، الحجة بغرض النجاح.

٧– تكوين فرق العمل .

٨– تقديم الدعم، والتعليم للقوى العاملة .

٩– بناء الصدق والاحترام.

١٠–خلق بيئة يكون فيها التحسين المستمر أسلوب حياة.

١١–التحسين المستمر لكل العمليات.

١٢–اتساع الثقافة لتشل الموردين.

المراجع العربية :

١- الحناوي،محمد، بحوث العمليات فى مجال الإدارة، الإسكندرية، مؤسسة شباب الجامعة، ١٩٧٩ .

٢- السلمى على، الأساليب الكمية فى الإدارية، دار المعارف، القاهرة، ١٩٥٨.

٣- الشرقاوى، على - إدارة النشاط الإنتاجى : مدخل التصرفات المشروطة، الإسكندرية، دار الجامعات المصرية، ١٩٧٧ .

٤- الشرقاوى، على، إدارة النشاط الإنتاجى، الإسكندرية، دار الجامعات المصرية، ١٩٧٩ .

٥- الشرقاوى، على، إدارة النشاط الإنتاجى، دار النهضة العربية، بيروت، ١٩٨٢ .

٦- الشرقاوى، على، إدارة النشاط الإنتاجى فى المشروعات الصناعية الإسكندرية، دار الجامعات المصرية، ١٩٨٤ .

٧- الشرقاوى، على، سونيا البكرى، توفيق ماضى، إدارة الإنتاج والعمليات، المكتب العربى الحديث، الإسكندرية، ١٩٨٥ .

٨- الشرقاوى، على، تخطيط ومراقبة الإنتاج، بيروت، الدار الجامعية للطباعة والنشر، ١٩٩٢ .

٩- بطرس، دلال صادق، العطار، محمد صبرى، الأصول العلمية فى بخوث العمليات، القاهرة، دار الثقافة العربية، ١٩٨٣.

١٠- توفيق، جميل أحمد، الإدارة المالية، دار الجامعات المصرية، الإسكندرية، ١٩٨٢ .

١١- توفيق، جميل احمد، الإدارة المالية الدار الجامعة للطباعة والنشر، بيروت.

١٢- جلال، أحمد فهمى، مقدمة فى بحوث العمليات والعلوم الإدارية، الطبعة الثانية، القاهرة، مطبعة عابدين، ١٩٧٩.

١٣- حسن عادل، التنظيم الصناعى وإدارة الإنتاج، مكتبة شباب الجامعة، الإسكندرية، ١٩٧٨ .
١٤- راشد، أحمد فؤاد، وعبد المنعم محمد حمودة، مدخل فى اقتصاديات التنظيم ومراقبة الإنتاج فى الصناعة، الإسكندرية، دار المعارف بمصر، ١٩٧٥.
١٥- سلامة، محمد عزت، تنظيم المصانع وإدارة الإنتاج، القاهرة، ١٩٦٧ .
١٦- سليمان، حنفى محمود، إدارة الإنتاج، الإسكندرية، دار الجامعات المصرية.
١٧- سرحان، أحمد عباده، مقدمه فى الطرق الإحصائية، الإسكندرية، المعارف بمصر، ١٩٦٢ .
١٨- سرور، محمد أحمد، إدارة الإنتاج، القاهرة، مكتبة عين شمس، ١٩٦١
١٩- شهيب، محمد على، إدارة العمليات والإنتاج فى المنشآت الصناعية والخدمية، القاهرة، الطبعة الثانية، دار الفكر العربى، ١٩٨٠ .
٢٠- عبد الفتاح، محمد سعيد، اقتصاديات الصناعة، الطبعة الأولى، ١٩٨٢
٢١- عبيد، محمد عاطف، إدارة الإنتاج، القاهرة، دار النهضة العربية.
٢٢- عشماوى، سعد الدين، التنظيم والإدارة الصناعية، القاهرة، مكتبة عين شمس، ١٩٧٠.
٢٣- عفيفى، حمدى حسين، الرقابة الإحصائية على جودة الإنتاج، المعهد القومى للإدارة العليا، إدارة النشر والتوزيع، ١٩٧١.
٢٤- عوض الله، أمين أحمد - إدارة الإنتاج، الطبعة الثانية، ١٩٥٥، ١٩٥٦.
٢٥- غنايم، عمرو، وعادل راشد، على الشرقاوى، التنظيم الصناعى وإدارة الإنتاج، بيروت، دار النهضة العربية ١٩٨١ .
٢٦- فريد زين الدين، أمال جعفر، إدارة الإنتاج والعمليات مدخل استراتيجى، محاضرات طلبة كلية التجارة - جامعة الزقازيق (٢٠٠٣، ٢٠٠٤) .

ثانيا : المراجع الأجنبية :

1- Buffa, Elwood Operations Managcment 3 rd ed. New York : 4th john wiley & sons, 1972 .

2- Buffa, Elwood Spencer operation Management:the Management of productive Systems, 2 ed New York: John Woley & sons 1980 .

3- Buffa, Elwocd S., and Jeffery G. Miller, produetion – Inventory Systems : Plnning and control. 3rd ed Homewood, iii. : Richard d Irwin, 1974 .

4- Buffa, Elwood S. Modern prduction I Operations Management, 7th ed New York, John wiley & sons , 1983 .

5- Chase. Richard, and Nicholas Aquilane production and operations Managcment. 7 th ed . Homcwood III.: Richard d. Ir – win, 1995 .

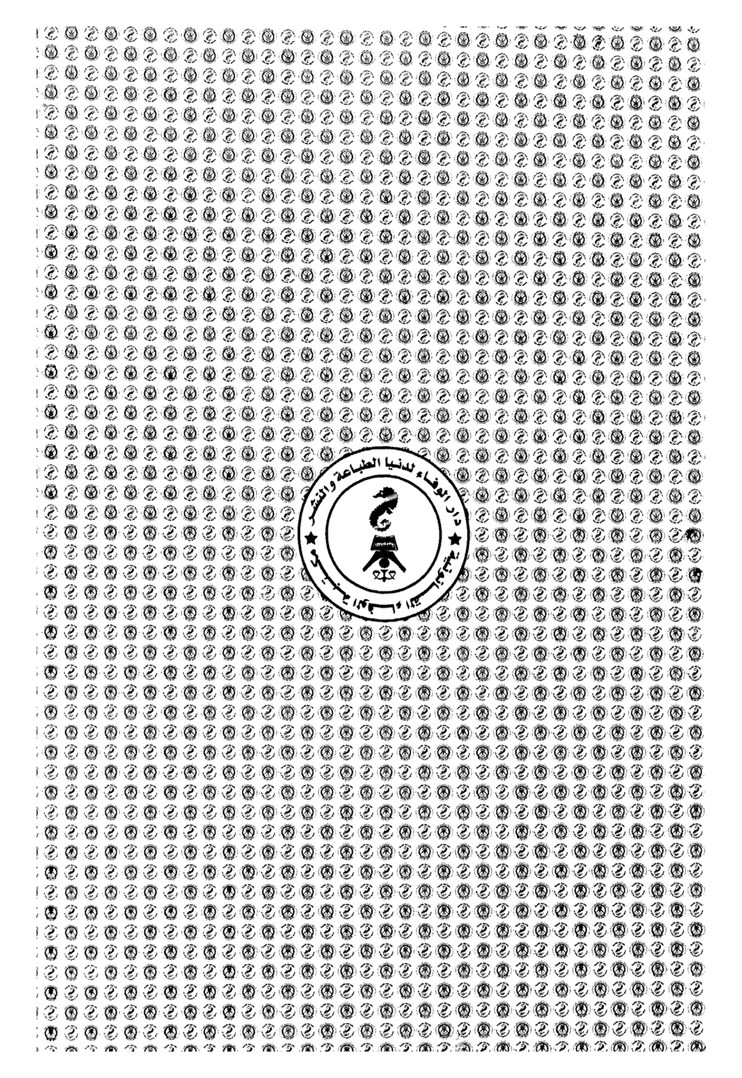
6- Chose and N. Aquilano production and operationsment (s rd ed) Homcwood III. RD . Inwin , 1981 .

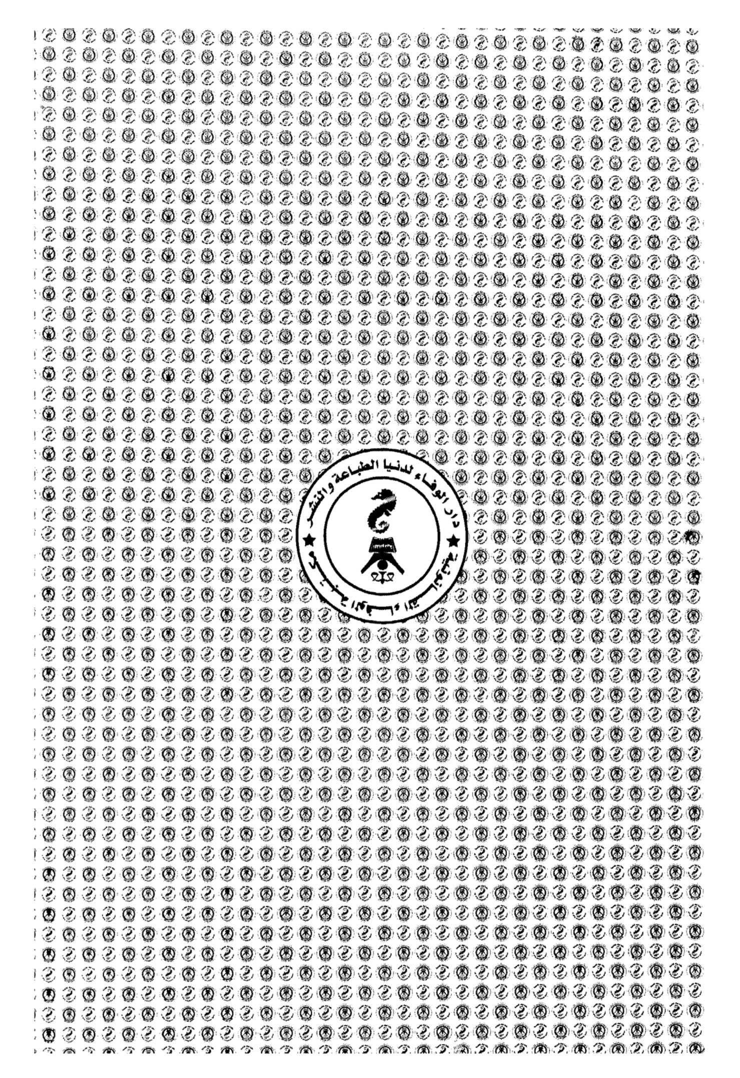
7- Clark, G. "Total Quality Management. In After Sale sevicc "total Quality Management .

8- Cooper. Robcrt G., New product pcrfemancnce and produt Imovun straicgics "Rcscach Management Vol. 24, May – June, 1986 .

تم بحمد الله

مع تحيات
دار الوفاء لدنيا الطباعة والنشر
تليفاكس: ٥٢٧٤٤٣٨ - الإسكندرية


دار الوفاء لدنيا الطباعة والنشر


دار الوفاء لدنيا الطباعة والنشر


إدارة النشاط الإنتاجي والعمليات
مدخل التحليل الكمي
Bibliotheca Alexandrina
12123378
الناشر
دار الوفاء لدنيا الطباعة والنشر
٥٩ ش محمود صدقى متفرع من العيسوى سيدى بشر - الإسكندرية
تليفاكس : ٥٤٠٤٤٨٠ / ٠٠٢٠٣ - الاسكندرية